



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Desarrollo de Hojuelas de Parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) Elaboradas con Deshidratador de Doble Tambor

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por la Br. Zuroska O. Carmona L., como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología

Tutores: Dra. Elba Sangronis

MSc. Unai Emaldi

**CARACAS, VENEZUELA**

**Octubre 2011**

## **DEDICATORIA**

***A mi papá y a mi Tía Irma (abuela), esto es para ustedes, que desde allá arriba están conmigo siempre. Los Amo.***

***A mi mamá, por ser mi todo y lo más valioso que tengo.***

***A Leo, por siempre estar ahí cuando más lo necesito.***

***A mis hermanas y mis nenes, que son la alegría de mis días.***

***A mi familia, por estar conmigo siempre.***

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar gracias a Dios por iluminar mi camino y darme fuerza a través de sus hermosos guías, gracias por permitir este gran logro en mi vida.

Gracias a mi padre por siempre querer mi felicidad por encima de todo, por enseñarme que para un padre la felicidad de un hijo es más importante que la de el mismo. A mi mamá, gracias por ser mi fuerza, mi mejor amiga, la que más me conoce y esa gran mujer, lo mas grande que tengo en mi vida.

Gracias a mi otra madre, mi Tía Irma (abuela), mi modelo a seguir, la mujer emprendedora que siempre logró lo que quiso, mi compañera inseparable, mi guía, mi bella, gracias por ser una madre para mi, por darme todo el amor que pudiste.

A Leo, gracias, mil gracias, por ser mi apoyo, mi compañero, por ayudarme en los momentos duros y en los menos duros, por su fortaleza, por siempre poner una sonrisa en mi rostro, por las miles de veces que dijiste “todo va a mejorar, todo va a salir bien”, por su comprensión y paciencia.

Al Prof. Unai Emaldi, por ser un excelente ser humano, profesor y amigo. Por siempre estar dispuesto ayudar y dar lo mejor de si como persona.

A mis nenes, Samuel y Sebastian, que sin darse cuenta, con sus pocos años de edad, me ayudan diariamente y que con tan solo una palabra me hacen inmensamente feliz. Los amos Titis, son la luz de mis ojos.

Gracias a mi hermanas Semi y Simo, nadie como ustedes. A mi prima Sonsi y a José por ser mis padres postizos, a mis Tíos y Tías, gracias Tía Marlene por ayudarme tanto, por siempre estar presente. A mis primos y primas, amigos y todos los que me ayudaron en esta gran etapa.

A la familia Villarroel, por darme todo su cariño e incluirme en todo como un miembro mas de la familia. Gracias por su apoyo en todos los momentos, se les quiere.

A la Dra. Elba Sangronis por su colaboración, a las profesoras Adriana Izquier y Zurima González, al personal profesional del ICTA que de alguna u otra manera colaboraron conmigo durante toda esta etapa.

GRACIAS A TODOS.

## ÍNDICE

	Pág. N°
ÍNDICE DE TABLAS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
1.- RESUMEN.....	10
2.-INTRODUCCIÓN.....	11
3.-OBJETIVOS.....	14
3.1.-Objetivo general.....	14
3.2.-Objetivos específicos.....	14
4.-ANTECEDENTES.....	15
4.1.- Parchita.....	15
4.1.1.- Origen y Taxonomía.....	15
4.1.2.- Características físicas y botánicas.....	16
4.1.3.- Composición química.....	17
4.1.4.- Producción de parchita en Venezuela.....	19
4.2.- Secado de alimentos.....	20
4.2.1.- Efectos del secado.....	21
4.2.2.- Deshidratador de doble tambor.....	21
4.3.- Hidrocoloides.....	23
4.3.1.- Pectina.....	24
4.3.2.- Almidón.....	27
5.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1.- Materia prima.....	30
5.2.- Métodos.....	30
5.2.1.- Caracterización de la materia prima.....	30
5.2.2.- Obtención de la pulpa de parchita.....	31
5.2.2.1.- Caracterización de la pulpa de parchita.....	32
5.2.2.1.1.- Contenido de humedad.....	32
5.2.2.1.2.- Contenido de sólidos solubles.....	32
5.2.2.1.3.- pH.....	32
5.2.2.1.4.- Contenido de acidez total titulable.....	32

5.2.2.1.5.- Contenido de azúcares reductores y no reductores	32
5.2.2.1.6.- Contenido de cenizas.....	32
5.2.2.1.7.- Contenido de compuestos fenólicos totales.....	32
5.2.2.1.8.- Contenido de pectina.....	32
5.2.2.1.9.- Color.....	32
5.2.3.- Elaboración de hojuelas de parchita.....	33
5.2.3.1.- Análisis físico y químico de las hojuelas de parchita seleccionadas.....	34
5.2.3.1.1.- Contenido de humedad.....	34
5.2.3.1.2.- pH.....	34
5.2.3.1.3.- Contenido de acidez total titulable.....	35
5.2.3.1.4.- Color.....	35
5.2.3.2.- Propiedades funcionales.....	36
5.2.3.2.1.- Formación de gel.....	36
5.2.3.2.2.- Solubilidad.....	36
5.2.3.2.3.- Viscosidad aparente.....	36
5.2.3.2.4.- Fuerza de gel.....	37
5.2.3.2.5.- Consistencia.....	37
5.2.3.3.- Análisis microbiológico.....	37
5.2.3.3.1.- Recuento de aerobios mesófilos.....	37
5.2.3.3.2.- Recuento de mohos y levaduras.....	38
5.2.3.4.- Análisis estadístico.....	39
6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
6.1.- Caracterización de los frutos enteros de parchita.....	40
6.1.1.- Peso promedio, dimensiones y proporciones de pericarpio; mesocarpio; arilo y semilla.....	40
6.2.- Caracterización física y química de la pulpa de parchita.....	42
6.2.1.- Contenido de humedad.....	43
6.2.2.- Contenido de sólidos soluble.....	44
6.2.3.- pH.....	45
6.2.4.- Contenido de acidez total titulable.....	45

6.2.5.- Contenido de azúcares reductores y no reductores.....	46
6.2.6.- Contenido de cenizas.....	47
6.2.7.- Contenido de compuestos fenólicos totales.....	47
6.2.8.- Contenido de pectina.....	48
6.2.9.- Color.....	49
6.3.- Desarrollo de las formulaciones para la elaboración de hojuelas de parchita.....	49
6.4.- Caracterización física, química y microbiológica de las hojuelas de parchita elaboradas con las formulaciones seleccionadas.....	53
6.4.1.- Contenido de humedad.....	53
6.4.2.- pH.....	56
6.4.3.- Contenido de acidez total titulable.....	58
6.4.4.- Color.....	58
6.4.5. Análisis microbiológico.....	60
6.5.- Propiedades funcionales.....	61
6.5.1.- Solubilidad.....	61
6.5.2.- Formación de gel.....	62
6.5.3.- Viscosidad aparente.....	63
6.5.4.- Consistencia.....	65
6.5.5.- Fuerza de gel.....	66
7.- CONCLUSIONES.....	68
8.- RECOMENDACIONES.....	71
9.- REFERENCIAS.....	73
10.- ANEXOS.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág. N°
Tabla 1.- Composición proximal de jugo de parchita.....	18
Tabla 2.- Proporciones de los ingredientes usados en las distintas formulaciones probadas para la elaboración de hojuelas de parchita.....	34
Tabla 3.- Peso, dimensiones y proporciones de pericarpio; mesocarpio, arilo y semilla en el fruto de parchita.....	41
Tabla 4.- Parámetros químicos y físicos determinados e la pulpa de parchita.....	43
Tabla 5.- Variación de la humedad por efectos de la deshidratación en las formulaciones establecidas.....	55
Tabla 6.- Análisis químicos, físicos y microbiológicos realizados a las hojuelas de parchita, elaboradas con cuatro formulaciones.....	57
Tabla 7.- Propiedades funcionales realizados a las hojuelas de parchita, elaboradas con cuatro formulaciones.....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág. N°
Figura 1.- Plantula de parchita ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener).....	17
Figura 2.- Pectina de alto grado metoxilo (COOMe). Esterificación superior al 50%.....	26
Figura 3.- Pectina de bajo grado metoxilo. Esterificación menor al 50 %.....	26
Figura 4.- Características de la parchita (largo y diámetro máximo).....	30
Figura 5.- Esquema tecnológico para la obtención de pulpa de parchita.....	31
Figura 6.- Esquema tecnológico para la elaboración de las hojuelas de parchita	35
Figura 7.- Metodología para el análisis microbiológico de aerobios mesófilos....	38
Figura 8.- Metodología para el análisis microbiológico de mohos y levaduras....	39
Figura 9.- Esquema tecnológico para la elaboración de las hojuelas de parchita con las formulaciones seleccionadas.....	54

## 1.- RESUMEN.

En el presente trabajo se desarrollaron formulaciones para la obtención de hojuelas deshidratadas de pulpa de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), utilizando deshidratador de doble tambor. En las formulaciones se varió el contenido de sólidos solubles y las proporciones de pectina o almidón en las mezclas. La pulpa se acondicionó sucesivamente a 12, 15 y 20 °Brix, y se añadió almidón en proporciones desde 5 hasta 20 %. También se utilizó como agente espesante pectinas de bajo y alto metoxilo al 1 %. Entre las once formulaciones probadas se seleccionaron cuatro en función de su color, aspecto y acidez; dejando como elemento común en todas el uso de pulpa de parchita acondicionada a 15 °Brix. Las cuatro formulaciones seleccionadas fueron: pulpa más 5 % de almidón; pulpa más 10% de almidón; pulpa más 1 % de pectina de alto metoxilo y pulpa más 1 % de pectina de bajo metoxilo. Con los resultados obtenidos se comprobó la posibilidad de elaborar hojuelas a partir de pulpa de parchita acondicionada con almidón o pectina con un contenido de humedad menor a 11%, bajo pH, buena calidad microbiológica y de color semejante al de la pulpa, utilizando el deshidratador de doble tambor. Las propiedades funcionales evaluadas en las hojuelas indican que es posible la formación de gel en una proporción de 1:10 (hojuela:agua), mayor solubilidad en las hojuelas acondicionadas con pectina y, mayor viscosidad aparente, consistencia y fuerza del gel en los geles elaborados a partir de hojuelas que contienen almidón.

Palabras clave: parchita; *Passiflora edulis*; deshidratador de doble tambor; propiedades funcionales.

## **2.- INTRODUCCIÓN.**

Aparte de otros componentes de gran importancia, las frutas y hortalizas son alimentos ricos en vitaminas, minerales y fibra (Torija y Cámara, 1999). Debido a lo anterior, el consumo de frutas y hortalizas es un aspecto fundamental para garantizar una dieta variada y nutritiva, sin embargo el consumo de las mismas sigue siendo muy bajo en muchas regiones del mundo en desarrollo (Díaz y col., 2005).

Según lo publicado en la Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos Sobre la Alimentación, la Nutrición y la Prevención de Enfermedades Crónicas en el año 2003, el consumo de frutas y hortalizas diario mínimo debe de ser de 400 gramos, particularmente con la intención de prevenir enfermedades crónicas. En el mismo año, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó que la baja ingesta de frutas y hortalizas causa aproximadamente 2,7 millones de muertes anualmente a nivel mundial, siendo dicha causa uno de los diez principales factores de riesgo contribuyentes a la mortalidad que se enumeran en el Informe sobre la salud en el mundo para el año 2002.

En la actualidad, solo una reducida minoría de la población mundial cumple con el consumo de las cantidades establecidas y recomendadas de frutas y hortalizas. Para el año 1998, de las catorce regiones que integran la OMS, sólo seis poseían la disponibilidad igual o superior para alcanzar dicha ingesta.

La cultura alimentaria suele ser entendida como el resultado del comportamiento de los diferentes grupos sociales, y está estrechamente vinculada con los factores económicos, sociales, históricos y culturales de una población. En

este aspecto, las inmigraciones juegan un papel de gran importancia en el consumo de alimentos y fomentan cambios y adopciones (Calanche, 2009).

Las diferentes pautas de adquisición, preparación y consumo de alimentos se han visto claramente influenciadas por los distintos cambios sociales, demográficos, laborales e ideológicos; además el escaso conocimiento que se tiene acerca del valor nutricional de los alimentos y las preferencias alimentarias por las comidas “chatarra”, conducen a la reducción de la ingesta de frutas y hortalizas, afectando drásticamente la salud del consumidor (Contreras, 2006). En función de lo anterior, el incentivar un mayor consumo de frutas y hortalizas puede llegar a ser una alternativa para cambiar el consumo excesivo de alimentos en la dieta diaria con alto contenido de grasas, azúcares o sal.

El incremento de la urbanización a nivel mundial es otro reto, y debido a que su tendencia es a ser creciente y pronunciada, aleja a la población de la producción de alimentos primarios, lo cual perjudica a su vez, el poder realizar dietas variadas y altamente nutritivas. No obstante lo anterior, este fenómeno también puede facilitar el acceso a nuevas fuentes de productos alimenticios (Calanche, 2009).

Con el paso de los años, se han desarrollado numerosas tecnologías totalmente enfocadas en el mantenimiento o la conservación de los alimentos, cuyo principal objetivo suele ser la búsqueda de tratamientos térmicos alternativos o tratamientos no térmicos de conservación, con la finalidad de obtener, entre otras cosas, productos mucho más sanos y con una mayor vida útil (García-Casal, 2007). De igual manera, la demanda por alimentos sanos, como las frutas, ha aumentado continuamente, exigiéndose alimentos con ciertas características,

como la alta retención de aroma, color, valor nutritivo y de mayor calidad (Bender y Sanz, 1973).

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, surgió la iniciativa del presente trabajo, cuyo propósito fue el desarrollo de hojuelas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), con la intención de promover el uso de una fruta poco explotada industrialmente, utilizando una tecnología de deshidratación ampliamente usada para la obtención de un producto en forma de hojuelas; producto el cual se convertiría a su vez en materia prima para la elaboración de alimentos a base de dicha fruta.

### **3.- OBJETIVOS**

#### **3.1.- OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar la formulación para la obtención de hojuelas deshidratadas de pulpa de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener).

#### **3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

3.2.1.- Caracterizar de forma física y química los frutos enteros de parchita

3.2.2.- Obtener pulpa de parchita a partir del arilo y mesocarpio de la fruta y caracterizarla de forma física y química

3.2.3.- Desarrollar la fórmula para la elaboración de hojuelas de parchita a partir de las siguientes mezclas:

a.- Pulpa de parchita

b.- Pulpa de parchita y 10% almidón

c.- Pulpa de parchita y 20% almidón

d.- Pulpa de parchita (12 °Brix)

e.- Pulpa de parchita con diferentes concentraciones de almidón, acondicionada a 12; 15 y 20 °Brix

f.- Pulpa de parchita acondicionada a una concentración de sólidos solubles determinada y 1% de pectina alto metoxilo

g.- Pulpa de parchita acondicionada a una concentración de sólidos solubles determinada y 1% de pectina bajo metoxilo

3.2.4.- Caracterizar de manera física, química, microbiológica y funcional las hojuelas de parchita elaboradas con las formulaciones seleccionadas.

#### **4.- ANTECEDENTES**

El trabajo realizado implicó el uso de pulpa de parchita, bien sea sola o mezclada con pectina o almidón, para obtener hojuelas utilizando un deshidratador de doble tambor.

##### **4.1.- Parchita.**

###### **4.1.1.- Origen y Taxonomía.**

El género *Passiflora* es el más grande y de mayor importancia de la familia *Passifloraceae*, este abarca aproximadamente 500 especies, distribuidas principalmente en regiones templadas y tropicales (Dhawan y col., 2004). La fruta de la pasión, como es conocida comúnmente, es nativa de Brasil, siendo este país el mayor productor de dicha especie en el mundo, donde es cultivada ampliamente, y su pulpa es usada en la industria de alimentos para jugos procesados y dulces, como ha sido indicado por el Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (2008, citado por Zeraik y Yariwake, 2010).

El nombre científico de la parchita amarilla es *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener. *Passiflora*, el nombre del género al cual pertenece la parchita, es derivado del latín y es una composición de las palabras *passio*, de pasión y *floris*, de flor, los que juntos se refieren a “flor de la pasión”. Debido a esto, sus especies son conocidas en muchas regiones con el nombre de pasionarias. En cuanto al nombre de la especie, el vocablo *edulis* también es proveniente del latín y significa comestible. La palabra *flavicarpa* indica el color amarillo de la piel que recubre la fruta (Hoyos, 1994 y Bernacci y col., 2008).

*Passiflora edulis* pertenece a la serie *Incarnatae*, la cual posee dos formas fundamentales, las cuales son: *Passiflora edulis Sims* y *Passiflora edulis f. flavicarpa*, en la cual se destaca una amplia variación en sus principales atributos físicos y químicos primordialmente, debido a razones genéticas, condiciones climáticas, suelo, prácticas culturales y desarrollo de la planta (Oliveira y col., 1988).

Dependiendo del país se le atribuyen diferentes nombres a la parchita, por ejemplo en español se le conoce como ceibey, granadilla, maracúya, parcha y parchita. En portugués es conocida como “maracuja” y “peroba”; en francés “grenadille” y “couzou” y en inglés “yellow passionfruit” (Morton, 1987 y Becerra, 2003)

#### **4.1.2.- Características físicas y botánicas.**

La parchita se caracteriza por ser una liana de crecimiento continuo, monopódico, de floración lateral y con ramificación basítona (Halle y Oldeman, 1975). Las hojas del fruto son alternas y lobuladas, mientras que el tallo y las ramas poseen zarcillos que les brindan soporte. En cuanto a sus raíces, estas son de tipo fibrosas. El fruto es de forma globosa y algunas veces elíptico, como se observa en la Figura 1; es del tipo baya y suele tener un diámetro de cinco centímetros en promedio, es de color verde y, en el caso específico de *Passiflora edulis f. flavicarpa*, al llegar al estado de madurez pasa a ser amarilla. Además posee una gran cantidad de semillas, las cuales están rodeadas por arilos, pulpa amarillenta, gelatinosa y aromática, rica principalmente en vitamina C (Córdoba, 1987).





**Figura 1.** Plantula de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)  
Fuente: <http://biocentro.tripod.com>

#### **4.1.3.- Composición química.**

Cuando en la literatura se reporta la composición química del fruto de parchita siempre se refieren al jugo formado del arilo que recubre las semillas. Dicha composición depende de la variedad genética y del estado de madurez de la misma, el cual se puede apreciar visualmente por el color externo de la piel. Como se puede observar en la Tabla 1, dicho jugo está compuesto principalmente por agua, carbohidratos y grasas, según los datos reportados por el Instituto Nacional de Nutrición, en el año 1999.

Así mismo para el año 2009, Álvarez reportó un alto contenido de humedad en la pulpa de parchita (88,16 %); un valor de pH promedio de 3,21 y una proporción de azúcares totales de 8,04%. Por su parte Rodríguez en el año 2011,

encontró valores similares con respecto al contenido de humedad presente en la muestra (89,98 %), pH ácido de 2,88; un porcentaje de 5,83 para azúcares reductores y la presencia de 9,02 mg % de compuestos fenólicos totales (expresados como ácido cítrico).

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

<b>Componente</b>	<b>Valor</b>
<b>Humedad (%)</b>	80,10
<b>Carbohidratos totales (%)</b>	13,90
<b>Grasas (%)</b>	3,40
<b>Proteínas (%)</b>	1,80
<b>Cenizas (%)</b>	0,80
<b>Calcio (mg%)</b>	20,00
<b>Fósforo (mg%)</b>	9,00
<b>Hierro (mg%)</b>	1,60

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición, 1999.

Debido a la alta acidez que posee el jugo de parchita, así como también las concentraciones de azúcares y el alto contenido de compuestos aromáticos, valor nutricional, sabor y olor exóticos; resulta ser una excelente materia prima (Morton, 1987).

Es de hacer notar que según Hoyos (1994), el consumo de los frutos frescos de la parchita se ve limitado por la cantidad de semillas que estos poseen,

por lo que son comúnmente usados para la preparación de jugos y refrescos. No obstante, posee otros numerosos usos domésticos como ingrediente para mermeladas, jaleas, néctares, helados, pudines, conservas y gelatinas, entre otros.

Utilizando pulpa de parchita elaborada a partir de la mezcla del mesocarpio y el jugo, Álvarez (2009) y Rodríguez (2011); elaboraron láminas de parchita, acondicionando la pulpa a 20 y 40 °Brix reportaron que utilizando una combinación de azúcares y posteriormente la deshidratación de 4 horas a 60 °C, las láminas de parchita enriquecidas con calcio, presentaban una muy buena aceptabilidad en cuanto a el color, el olor, el sabor y la apariencia global.

#### **4.1.4.- Producción de parchita en Venezuela.**

En Venezuela, existen varias especies del género *Passiflora* en estado silvestre; sin embargo, comercialmente sólo se producen: la parchita maracuyá, *Passiflora edulis* f. *flavicarpia* Degener, la badea, *Passiflora quadrangularis* y la curuba, *Passiflora mollisima* (Mazzani y col., 2001).

La especie se introdujo en Venezuela para el año de 1954, presentándose los primeros trabajos en 1966 (Haddad y Millan, 1975). Para el año 2004, Aular reportó que la producción anual de la parchita era de aproximadamente en 15.500 TM y se producía en los estados Aragua, Apure, Barinas, Carabobo, Cojedes, Mérida, Monagas, Táchira y Yaracuy.

#### **4.2.- Secado de alimentos.**

Con la expansión de la industria de alimentos, aproximadamente a principios del siglo veinte, la ciencia y tecnología de alimentos se enfocó en el estudio para la preservación de productos agrícolas comestibles en estado natural y en el estudio de métodos económicos y prácticos para la conservación y mejoramiento de calidad de los mismos (Czyhrinciw, 1969).

El secado o deshidratación de los alimentos es uno de los métodos más antiguos en la industria y usado aún en la actualidad (Baker y col., 1988). Una de las principales funciones del secado de alimentos es alargar la vida útil del producto final, disminuyendo el contenido de humedad del mismo, con la intención de alcanzar niveles mínimos para el desarrollo de microorganismos y reacciones químicas, que puedan causar un impacto negativo en el alimento (Barbosa-Cánovas y Vega- Mercado, 1996). El proceso de deshidratación suele ser uno de los procesos más importantes para la preservación de alimentos, ya que gracias a él se logra la inactivación de enzimas y el deterioro por causa de microorganismos. Este secado ocurre por efectos de vaporización del agua presentes en los alimentos, a través del suministro de calor a la materia que está siendo secada (Kaya, 2002).

De igual manera, según fue reportado por Krokida y col. en el año 2003, con este procedimiento se ha logrado crear una gran variedad de productos deshidratados, tales como mezclas, sopas deshidratadas en polvo, frutas deshidratadas y “snacks”, entre otros.

#### **4.2.1.- Efectos del secado.**

El secado de productos alimenticios tiene numerosas limitaciones, una de las principales es la pérdida de calidad del producto debido a las altas temperaturas usadas durante el proceso (Cohen y Yang, 1995). Por otra parte, en la deshidratación de alimentos no sólo ocurre la pérdida de agua, sino de otros nutrientes como las vitaminas, además se producen alteraciones en otras propiedades químicas, físicas y biológicas como lo son la viscosidad, la dureza, el “flavor” y la palatabilidad del producto (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado, 1996).

Ya en el año 1963, Luna (citado por Czyhrinciw, 1969) indicó que las altas temperaturas causan pérdidas de sabor y color, especialmente en la piña y en la parchita y oscurecimiento en plátanos.

Existen numerosos métodos de deshidratación comúnmente usados en la industria de alimentos, entre los cuales se puede mencionar: secado en bandejas, secado en túnel, secado por asperción, secado en lecho fluidizado, secado de espumas, liofilización, deshidratación osmótica y secado por tambor, entre otros.

#### **4.2.2.- Deshidratador de doble tambor.**

El secado en tambor es normalmente una operación continua, y el deshidratador puede abarcar un simple o doble tambor. Dicha deshidratación suele ser utilizada en alimentos líquidos o en forma de papilla, produciendo alimentos en hojuelas. El sistema consiste en rodillos o tambores cilíndricos calentados internamente por vapor que giran concéntricamente, a una velocidad

regulable a través de cuyas paredes se realiza la transferencia de calor al alimento (Nonhelbel y Moss, 1979).

Para su deshidratación, la materia prima es colocada en forma de papilla en los tambores, formándose una capa delgada cuyo espesor es regulable, hasta encontrarse dicha capa con una cuchilla que la separa, cayendo sobre bandejas. Las variables que pueden regularse en el equipo son, la velocidad de rotación, temperatura de los tambores y el espacio entre los mismos.

Entre los distintos efectos que puede causar sobre el alimento el uso del deshidratador de doble tambor se presentan los siguientes ejemplos:

Sívoli y col. (2004), evaluaron el efecto combinado de la deshidratación en doble tambor y tostado sobre la energía metabolizable y factores antinutricionales en harinas de *Canavalia ensiformis*, obteniendo entre sus resultados la eliminación de la capacidad de combinación de la concaavalina A con las vellosidades intestinales de los pollos y el aumento de la digestibilidad de la energía total de los granos, tras la combinación de los tratamientos aplicados.

Pacheco y Peñá (2006), haciendo uso del deshidratador de doble tambor para la obtención de hojuelas de salvado de maíz, que posteriormente, mezclaron con harina de maíz precocida para la preparación de arepas, evaluaron el efecto del salvado de maíz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales en arepas precocidas y congeladas. Los resultados obtenidos indicaron que debido al proceso de deshidratación, el almidón contenido en el salvado de maíz es precocido y sufre una serie de modificaciones al ser comprimido y transformado en un material sólido y compacto. De igual forma, las elevadas temperaturas

empleadas en el proceso de deshidratación ocasionan la descomposición térmica de los almidones, produciendo distintas reacciones.

El deshidratador de doble tambor ha sido ampliamente usado y existen numerosos ejemplos de dicho uso; sin embargo, particularmente en deshidratación de frutas no se cuenta con reportes sobre su uso, lo que se convirtió en un incentivo para la realización del presente trabajo de investigación, como algo totalmente innovador.

Aunque es posible deshidratar soluciones con un contenido de 50% en peso de sólidos, suele encontrarse dificultad en la formación de una película con espesor uniforme sobre los tambores, por lo que generalmente la mayor concentración usada es del 40% en peso (Nonhelbel y Moss, 1979).

Esta técnica logra disminuir el contenido de humedad de la mezcla, pasta o líquido que se ha colocado sobre la superficie del deshidratador. En muchos casos es necesario la adición previa de ciertas sustancias a la materia que será secada, con la intención de modificar en cierta forma sus características originales y hacerla más resistente a los cambios producidos por las altas temperaturas (Cohen y Yang, 1995). Para aumentar el contenido de sólidos en el producto a deshidratar y a su vez modificar las propiedades funcionales del alimento es factible el uso de hidrocoloides.

#### **4.3.- Hidrocoloides.**

Los hidrocoloides engloban sustancias poliméricas solubles o dispersables en agua. Aunque en este grupo también se incluye algunas proteínas, son mayoritariamente polisacáridos, que imparten características

texturales, estructurales y funcionales a los alimentos; proporcionándoles estabilidad y propiedades espesantes a la materia donde se incorporen. Debido a dichas propiedades es que se han denominado hidrocoloides, teniendo estos como funciones principales la formación de geles y el incremento de la viscosidad. Entre los diferentes hidrocoloides que existen podemos mencionar: la gelatina, el agar, el alginato, la goma arábica, la pectina y el almidón (Fennema, 2000).

En este trabajo se probó la adición de dos hidrocoloides, almidón y pectina, con el fin de darle mayor consistencia a la pulpa de parchita que se deseaba deshidratar y a la vez estudiar las posibles características funcionales de los productos obtenidos.

#### **4.3.1- Pectina.**

Las pectinas son un extenso grupo de heteropolisacáridos de origen vegetal, formadas principalmente por moléculas de ácido D-galacturónico y unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha$ -D- (1,4), en los que algunos de los grupos carboxilos pueden encontrarse esterificados con grupos metilos o en forma de sal (Reginald, 1991).

Cada monómero que posee la cadena tiene un grupo carboxilo (-COOH), el cual puede estar esterificado con metanol originando grupos éster metílicos. Estos grupos se presentan en proporciones variables y dependiendo del grado de metoxilación en el que se encuentre los polímeros, esto da origen a distintos tipos de pectinas (UNIPLECTINE, 1992).

Como puede observarse en las figuras 1 y 2, aquellas sustancias pécticas, en las cuales más de la mitad de los grupos carboxílicos se encuentran en forma



de grupos metiléster (-COOCH<sub>3</sub>) son consideradas pectinas de alto metoxilo; en tanto que aquellas que poseen menos de la mitad de los grupos carboxílicos en forma de grupos metiléster se denominan pectinas de bajo metoxilo (Belitz, 1988).

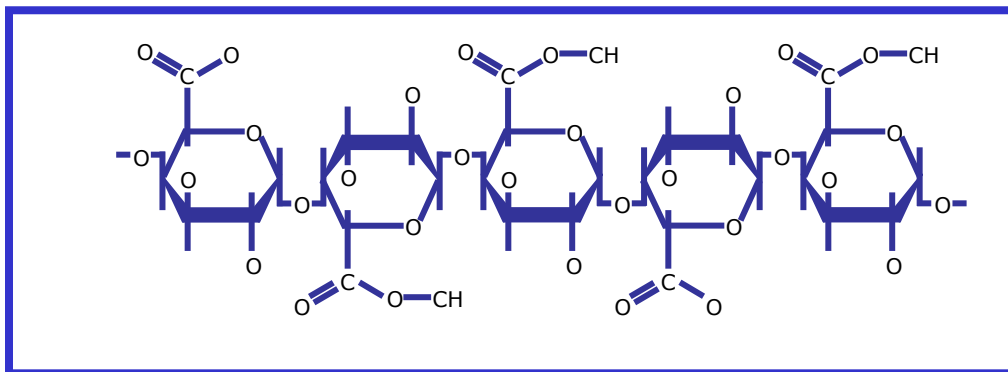
Cuando se usan pectinas de baja esterificación, se requiere la presencia de iones calcio y de un intervalo de pH de 2,8 a 6,5, para lograr la estructura básica de gel; esto es debido a que en dichas condiciones los carboxilos están ionizados, lo que les permite la formación de uniones iónicas con otras moléculas de pectina mediante el Ca<sup>+2</sup>. Para este tipo de gelificación no se necesita sacarosa, sin embargo su presencia en pequeñas cantidades proporciona mayor rigidez gracias a la interacción carboxilo-calcio (Badui, 2006).

Las pectinas de alto metoxilo logran la gelificación en un intervalo de pH de 2,9 a 3,2; en presencia de agua y con 60 a 65% de sacarosa (Reginald, 1991). En estas condiciones, los grupos carboxilo se encuentran protonados y se crean puentes de hidrógeno entre ellos o también con los hidroxilos de una molécula de pectina vecina. Por su parte, el azúcar presente favorece las interacciones polisacárido-polisacárido, creándose una compleja estructura tridimensional que rodea las moléculas de sacarosa altamente hidratadas (Belitz, 1988).

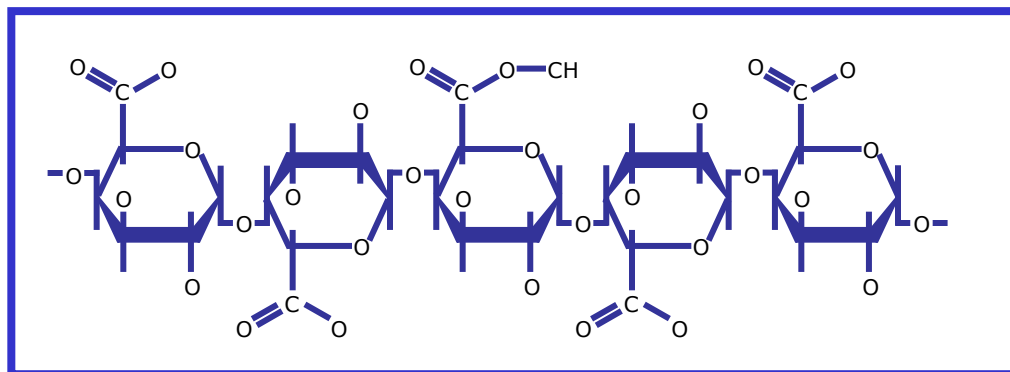
La pectina juega un papel fundamental en la industria de las frutas, así como también en la elaboración de jaleas, gelatinas o geles similares a estas y, principalmente, en la elaboración de bebidas (Badui, 2006). De igual forma, es de gran importancia en el procesamiento de alimentos como aditivo y como fuente de fibra dietética (Guzmán, 1990, citado por Addosio y col., 2005).

Rauch, en el año 1965, indicó que algunas frutas no requieren la adición de pectina para lograr la formación de geles, esto es debido al contenido de pectina

naturalmente presente en las mismas; no obstante, en otras frutas su adición es imprescindible. Por su parte, la consistencia del gel formado dependerá de varios factores, tales como: la cantidad y la calidad de la pectina natural que posee la fruta y la que le es agregada, así como también las cantidad de sólidos solubles que presente el producto final.



**Figura 2.** Pectina de alto grado de metoxilo (COOMe). Esterificación superior al 50%.



**Figura 3.** Pectina de bajo grado metoxilo. Esterificación inferior al 50%.

La pectina suele estar presente en las frutas de diversas formas, la primera es cuando la fruta está en estado inmaduro, aquí la pectina se encuentra como una molécula grande, generalmente insoluble que contiene un número máximo de

grupos metilo; por su parte, a medida que la fruta madura, la pectina se hace más soluble, hasta que durante la senescencia, la hidrólisis de la misma llega a un punto en que la fruta ha perdido consistencia y la pectina posee poco poder gelificante (Desrosier, 1983)

En el año 2000, Gliemmo y col., estudiaron la unión de la pectina con un edulcorante y reportaron que conforman una mezcla idónea para la obtención de mermeladas, jugos y jaleas, entre otros tipos de productos, con bajo contenido de azúcares, confiriéndoles propiedades funcionales adecuadas.

#### **4.3.2.- Almidón.**

El almidón es el carbohidrato de reserva más abundante en las plantas, incluyendo frutos y semillas, el cual suele utilizarse como fuente de energía en condiciones de estrés o crecimiento (Tofiño y col., 2006). Los almidones nativos y los almidones modificados poseen un amplio número de aplicaciones en la industria de alimentos, basados principalmente en su capacidad de agente adhesivo, ligante, formador de películas, gelificante, humectante, estabilizante, etc, (Koch y Roper, 1988).

A nivel mundial, el almidón es utilizado como fuente energética renovable de manera creciente y para muchas de las aplicaciones industriales ya mencionadas anteriormente por su versatilidad, bajo costo y la facilidad de alterar las propiedades físicas y químicas del mismo, mediante diferentes procesos químicos o tratamientos físicos (Jobling, 2004).

En la actualidad, los usos más importantes del almidón se dan en la industria alimentaria, bien sea en su estado natural, de forma modificada o

parcialmente hidrolizado, en la industria del papel, para producción de D-glucosa y en la industria farmacéutica, donde se ha utilizado para recubrir píldoras en forma de películas comestibles (Badui, 2006).

A diferencia de todos los demás carbohidratos, el almidón se presenta en la naturaleza en complejas partículas discretas conocidas como gránulos. Los gránulos de almidón crecen como una unidad única dentro del amiloplasto o cloroplasto (Juliano, 1985) y su tamaño varía desde 2 hasta 100 micras según la fuente botánica de la cual proviene (Zobel, 1988).

Según fue indicado por French (1984, citado por Guada, 1993), los almidones poseen zonas organizadas o cristalinas, compuestas principalmente por los residuos lineales de  $\alpha$ -1,4 glucosa y zonas amorfas formadas por residuos de  $\alpha$ -1,6 glucosa. La amilosa por su parte, es el componente minoritario, compuesta por cadenas lineales de D- glucopiranosas, unidas por enlace glucosídico  $\alpha$ -(1,4). La amilopectina son cadenas ramificadas de D- glucopiranosas, presentando enlaces  $\alpha$ -(1,6). Estas dos moléculas se hallan unidas mediante puentes de hidrógeno en los gránulos, agrupadas fundamentalmente en las regiones amorfas.

La longitud de las diferentes cadenas de glucano, así como la proporción de amilosa- amilopectina en las regiones amorfas del gránulo y el grado de ramificación de las mismas, definen determinadamente el tamaño, estructura del gránulo y la utilidad del almidón de cada especie en particular (Tofiño y col., 2006)

La integridad de los gránulos de almidón puede alterarse mediante el empleo de calor en medio acuoso; así al aplicar suficiente energía a los gránulos de almidón, se logra romper los puentes de hidrógeno intermoleculares, provocando con dicha acción la pérdida irreversible de la estructura original de la

partícula o gelatinización del almidón y posteriormente se puede producir el rompimiento del gránulo y la total liberación de la amilosa y amilopectina (Harbers, 1975). La gran capacidad de formación de geles por la amilosa dispersable, la hace indicada para su uso en postres y salsas instantáneas, en tanto que la amilopectina puede usarse como espesante y estabilizante (Belitz y Grosch, 1997).

La gelatinización es un proceso comúnmente asociado a los almidones. Cuando el almidón es colocado en agua fría, los gránulos suelen absorber el solvente hasta que el contenido de agua es aproximadamente de 35%, este proceso es reversible (Hoseney, 1980). Sin embargo, cuando se aplica el calentamiento al sistema ocurren cambios que son considerados irreversibles. Cuando ocurre el proceso de gelatinización el orden molecular del gránulo desaparece, perdiéndose la cristalinidad, el agua es absorbida y el hinchamiento del gránulo viene dado después de la lixiviación de las moléculas poliméricas (Eerlingen y Delcour, 1995).

La temperatura en la cual se produce el máximo hinchamiento de los gránulos de almidón se le denomina temperatura de gelatinización, siendo característica de cada fuente de almidón; a esta temperatura se encuentra un alto grado de absorción de agua y una alta viscosidad de la pasta formada (Hoseney, 1980).

## 5.- MATERIALES Y METODOS.

### 5.1.- Materia prima:

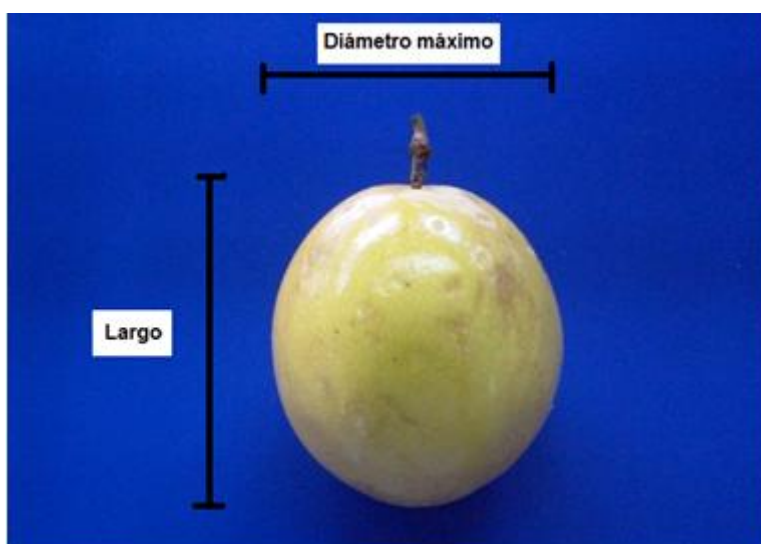
Para el desarrollo de las hojuelas se utilizaron parchitas (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), adquiridas en un mercado local de la ciudad de Caracas.

Para acondicionar la pulpa proveniente de las parchitas se utilizó sacarosa, pectina de alto metoxilo, pectina de bajo metoxilo y almidón de maíz.

### 5.2.- Métodos:

#### 5.2.1.- Caracterización de la materia prima:

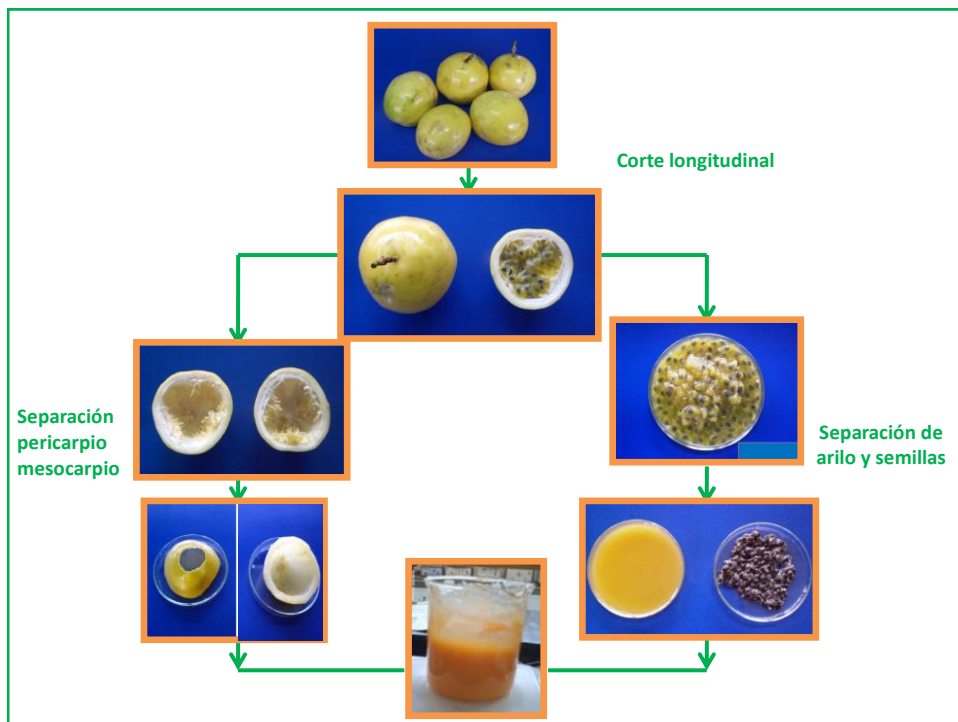
En los frutos enteros de parchita se determinó el peso promedio ( $n = 81$ ), las dimensiones promedio en tanto a largo y diámetro máximo ( $n = 20$ ), tal como se puede observar en la Figura 4, y las proporciones de piel (pericarpio), mesocarpio, arilo y semillas ( $n = 20$ ).



**Figura 4.** Características de la parchita (largo y diámetro máximo).

### 5.2.2.- Obtención de la pulpa de parchita:

Para la obtención de la pulpa de parchita se siguió el procedimiento indicado por Álvarez (2009). Una vez lavadas las frutas, se procedió a cortarlas longitudinalmente por la mitad y se separaron las semillas con sus arilos del fruto (pericarpio unido al mesocarpio). Posteriormente, para la separación del pericarpio y el mesocarpio, se colocaron los trozos de fruto en agua a 100 °C durante 30 minutos, se llevaron a temperatura ambiente y se removió la piel, la cual fue desechada. Por otra parte, los arilos también fueron separados de las semillas con la ayuda de un paño de muselina para ser posteriormente unidos con el mesocarpio y homogeneizada la mezcla, obteniéndose la pulpa de parchita (Figura 5).



**Figura 5.** Esquema tecnológico para la obtención de pulpa de parchita.

### 5.2.2.1.- Caracterización de la pulpa de parchita.

A la pulpa de parchita se le realizaron los siguientes análisis (triplicado):

5.2.2.1.1.- **Contenido de humedad:** se realizó según el método 920.151, AOAC (1990).

5.2.2.1.2.- **Contenido de sólidos solubles:** se determinó mediante un refractómetro de Bausch and Lomb., (modelo 36.46.10, Lorton, Virginia). Para ser reportados los resultados como °Brix a 20 °C.

5.2.2.1.3.- **pH:** se realizó mediante un potenciómetro digital, modelo Hannus, calibrado con las soluciones buffer 4,0 y 7,0; según el método 942.15, AOAC (1990).

5.2.2.1.4.- **Contenido de acidez total titulable:** se determino por titulación hasta pH 8,1; utilizando el método 925.15, AOAC (1990). Los resultados fueron expresados como gramos de ácido cítrico, por cada 100 gramos de muestra.

5.2.2.1.5.- **Contenido de azúcares reductores y no reductores:** fueron cuantificados según el método 925.35, AOAC (1990).

5.2.2.1.6.- **Contenido de cenizas:** se determinó por el método 940.26, AOAC (1990).

5.2.2.1.7.- **Contenido de de compuestos fenólicos totales:** se realizó según el método usado por Price y Butler (1977).

5.2.2.1.8.- **Contenido de pectina:** fue realizado según Mc Cready y Mc Comb (1972).

5.2.2.1.9.- **Color:** se realizó por medio del sistema Hunter de color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color- Eye 2445, New york, U.S.A, por el método del triestímulo ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), calibrado con un prisma blanco ( $L^*= 94.61$ ,  $a^*= -1.17$ ,



b\* = 2.17). Los parámetros medidos fueron L\*, a\*, b\*, utilizándose un iluminante D65 y un observador 10°.

### **5.2.3.- Elaboración de hojuelas de parchita.**

Para la elaboración de las hojuelas se probaron cuatro condiciones diferentes en la pulpa de parchita, variando el contenido inicial de sólidos solubles (9, 12, 15 y 20 °Brix), contenido de almidón (5, 10, 20 %), contenido de pectina alto metoxilo (1 %) y contenido de pectina bajo metoxilo (1 %). En la Tabla 2 se pueden observar los ingredientes y su proporción en las distintas formulaciones elaboradas (11 formulaciones) (ver anexo I).

Como paso previo a la elaboración de las hojuelas, la pulpa de parchita fue acondicionada a 12, 15 y 20 °Brix, se calentó a una temperatura aproximada de 71 °C y posteriormente se le adicionaron las distintas proporciones de almidón, pectina de alto metoxilo o pectina bajo metoxilo, en las proporciones que se indica en la Tabla 2. Una vez mezclados los ingredientes, la mezcla fue colocada en el deshidratador de doble tambor a una velocidad de rotación de 16,11 seg/vuelta, el cual contenía vapor de agua a una presión de 60 psi (presión atmosférica 74,7 psi) que mantenía la superficie de los rodillos a la temperatura de 306 °F (152,2 °C), según lo descrito por Rincón (1993), ver Figura 6.

A partir de las once formulaciones obtenidas se seleccionaron cuatro formulaciones en base a color, apariencia y acidez. A las formulaciones seleccionadas (mezclas sin deshidratar) se les realizó el análisis de contenido de humedad, por triplicado de la forma que se indicó en la sección 5.2.2.1.1.

Las hojuelas de parchita, elaboradas con las cuatro formulaciones, fueron pulverizadas con la ayuda de un molino marca Micro-Mill y posteriormente se tamizaron con un tamiz de 20 mesh para los posteriores análisis.

### 5.2.3.1.- Análisis físico y químico de las hojuelas de parchita seleccionadas.

A las hojuelas de parchita elaboradas con las cuatro formulaciones seleccionadas le fueron realizados los siguientes análisis (por triplicado):

5.2.3.1.1.- **Contenido de humedad:** se realizó según el método 44-15A, AACC (1992).

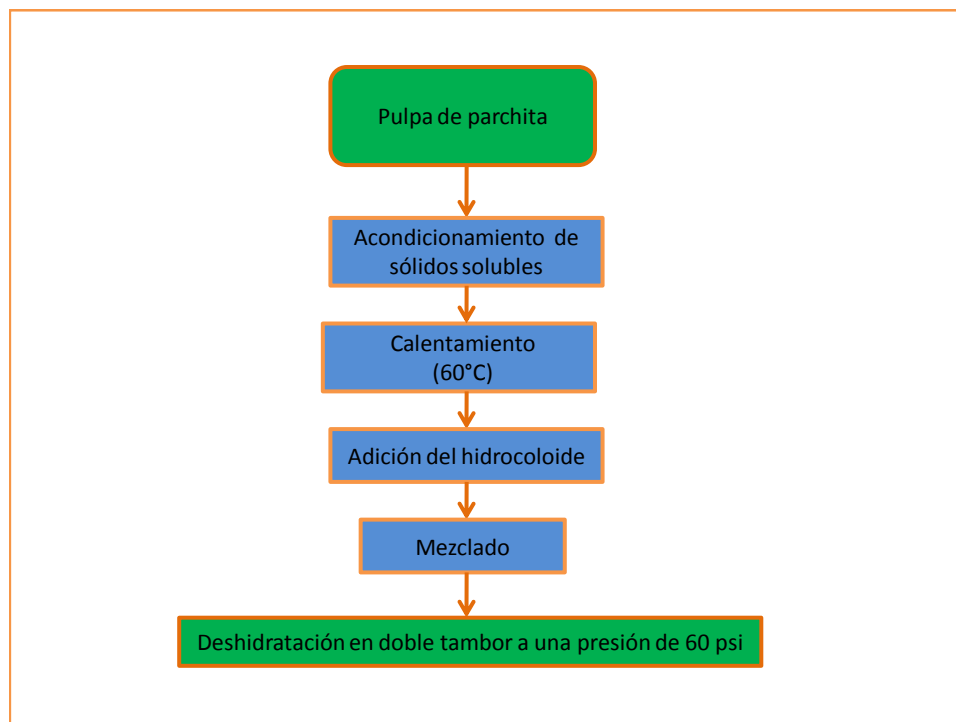
5.2.3.1.2.- **pH:** fue realizado mediante un potenciómetro digital modelo Hannus, calibrado con las soluciones buffer de pH 4,0 y 7,0; según el método 02-52, AACC (1992).

**Tabla 2.** Proporciones de los ingredientes usados en las distintas formulaciones probadas para la elaboración de hojuelas de parchita.

Formulación	Contenido de sólidos solubles (°Brix).	Almidón (%)	Pectina alto metoxilo (%)	Pectina bajo metoxilo (%)
1	9	0	0	0
2		10	0	0
3		20	0	0
4	12	0	0	0
5		10	0	0
6	15	5	0	0
7		10	0	0
8		0	1	0
9		0	0	1
10	20	5	0	0
11		10	0	0

5.2.3.1.3.- **Contenido de acidez total titulable:** se determinó por titulación hasta pH 8,1; por el método 02-31, AACC (1992). Los resultados fueron expresados en gramos de ácido cítrico, por cada 100 gramos de muestra.

5.2.3.1.5.- **Color:** se realizó por medio del sistema Hunter de color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color- Eye 2445, New york, U.S.A, Por el método del triestímulo ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), calibrado con un prisma blanco ( $L^*= 94.61$ ,  $a^*= -1.17$ ,  $b^*= 2.17$ ). Los parámetros medidos fueron  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , utilizándose un iluminante D65 y un observador  $10^\circ$ .



**Figura 6.** Esquema tecnológico para la elaboración de las hojuelas de parchita.

### 5.2.3.2.- Propiedades funcionales.

Los análisis funcionales de un alimento permiten determinar ciertos parámetros con la finalidad de poder darle un enfoque funcional al mismo, que permitan inferir sobre su empleo como ingrediente en la industria de alimentos.

5.2.3.2.1.- **Formación de gel:** con las cuatro formulaciones seleccionadas se probaron diferentes cantidades de muestra para definir la cantidad necesaria para formar un gel. Con este fin, a un volumen de 50 mL de agua en ebullición, se le añadieron pequeñas cantidades de muestra con agitación constante hasta su disolución. De los resultados obtenidos se seleccionó la proporción de muestra:agua igual a 1:10; siendo esta la proporción empleada para medir todos los parámetros funcionales.

5.2.3.2.2.- **Solubilidad:** para la determinación de solubilidad se siguió la metodología empleada para cuantificar la proporción de almidón soluble según la combinación de los métodos de Schoch (1964) y Anderson (1982). Según esto se pesaron 2 gramos de cada muestra, en tubos de centrifuga y se les adicionaron 20 mL de agua destilada a temperatura ambiente de 23 °C (proporción 1:10). Luego se agitó la mezcla con ayuda de un vortex durante 20 segundos, posteriormente fueron centrifugadas por 30 minutos a una velocidad de 8000 rpm después de lo cual se decantó el sobrenadante en cápsulas de porcelana a peso constante previamente taradas, que se colocaron en baño de agua hasta desaparecer la humedad visible y luego se pusieron en una estufa a 100 °C por 24 horas; para después pesar.

5.2.3.2.3- **Viscosidad aparente:** se determinó en un viscosímetro Broockfield, modelo LV200, con la aguja N° 4, a las velocidades de 6; 12; 30 y 60 rpm. La

proporción de muestra utilizada para medir la viscosidad fue de 1:10, a temperatura ambiente durante 2 horas.

5.2.3.2.4.- **Fuerza de gel:** El gel se elaboró tal como se explicó anteriormente (sección 5.2.3.2.1). Para esto se pesaron 5 gramos de muestra y se disolvieron en 50 mL de agua hirviendo. Luego se dejaron reposar a temperatura ambiente por 24 horas para medir en aquellas muestras que formaron geles lo suficientemente fuertes, la fuerza de ruptura (g) y la elasticidad (mm). Para las anteriores mediciones se usó un texturómetro ("texture analyzer") marca Stable Microns Systems (UK) modelo TA.XT2i, utilizando una sonda cilíndrica de 0,5".

5.2.3.2.5.- **Consistencia:** para la determinación de la consistencia se elaboró un gel al igual que en la sección 5.2.3.2.1. y se midió la consistencia en un consistómetro de Bostwick, midiendo la distancia recorrida por el gel en 30 segundos.

### **5.2.3.3.- Análisis microbiológico.**

Las hojuelas pulverizadas y tamizadas (10 gramos) fueron mezcladas con 90 mL de agua peptonada y homogeneizadas en un Stomacher por dos minutos. Se realizaron diluciones seriadas para el recuento de los siguientes microorganismos.

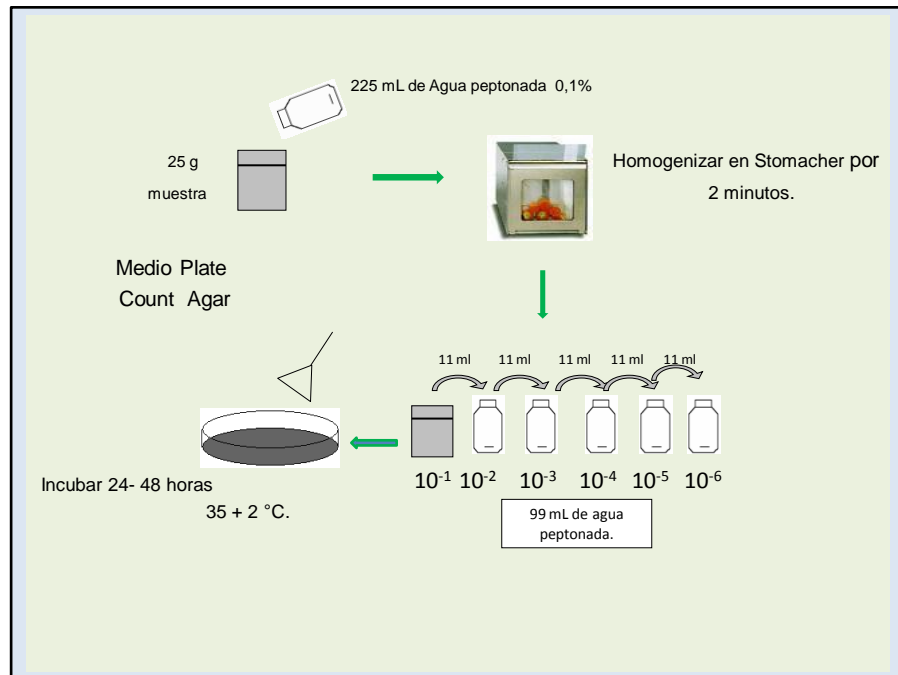
#### **5.2.3.3.1.- Recuento de aerobios mesófilos:**

Se determinaron en medio Plate Count Agar (PCA), se realizaron diluciones seriadas de  $10^{-1}$  hasta  $10^{-6}$ ; y se sembró en las placas utilizando el método de siembra por superficie e incubando las placas entre 24 y 48 horas a una

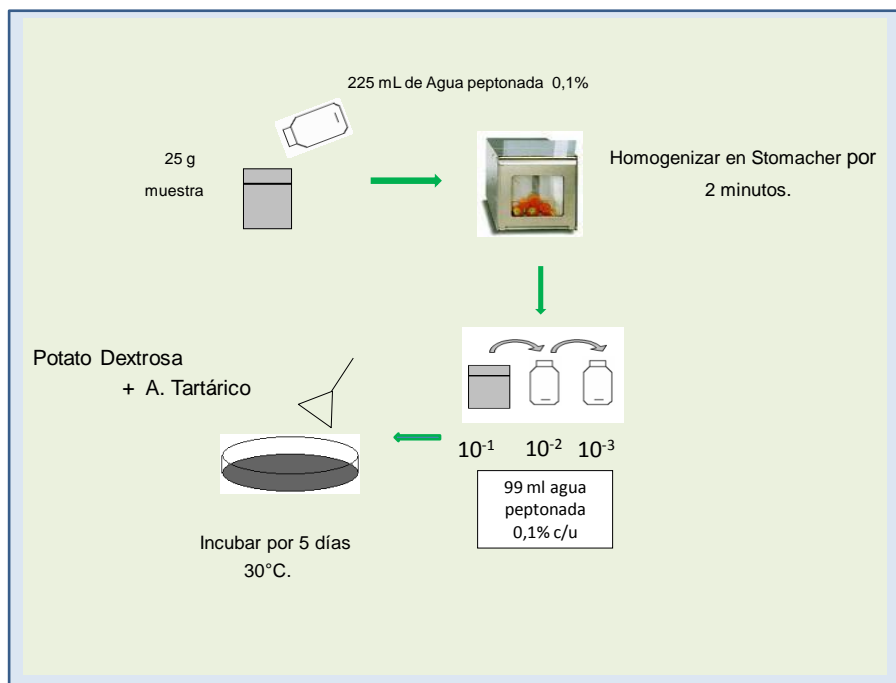
temperatura de  $35 \pm 2$  °C, según la norma COVENIN N° 902-78 (1978); tal como se muestra en la Figura 7.

#### 5.2.3.3.2.- Recuento de mohos y levaduras:

Se realizó la determinación en medio de Potato Dextrosa Agar (PDA), con ácido tartárico (agente acidificante). Se realizaron diluciones seriadas desde  $10^{-1}$  hasta  $10^{-6}$ , posteriormente se sembró por superficie y se incubaron las placas por 5 días a una temperatura entre 25 y 30°C, según la norma COVENIN N° 1337-90 (1990); tal como se puede ver en la Figura 8.



**Figura 7.** Metodología para el análisis microbiológico de aerobios mesófilos.



**Figura 8.** Metodología para el análisis microbiológico de mohos y levaduras.

#### 5.2.3.4- Análisis Estadístico.

A los resultados obtenidos de los distintos análisis realizados a las 4 formulaciones seleccionadas se les realizó el análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía, a un nivel de significancia de 5%, utilizando el programa Statistical Graphics System Educational (Statistic) versión 5.5. A los resultados que presentaron diferencias significativas entre sí se les aplicó una prueba a posteriori LSD.

## **6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **6.1.- Caracterización de los frutos enteros de parchita.**

La caracterización de los frutos enteros de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) se realizó con la intención de conocer los atributos físicos de la materia prima utilizada para la elaboración de las hojuelas.

#### **6.1.1.- Peso promedio, dimensiones y proporciones de pericarpio; mesocarpio; arilo y semilla.**

El peso promedio determinado en los frutos enteros de parchita fue de 119,21 g  $\pm$  37,00 (Tabla 3). Oliveira y col., en el año 1988, reportó como peso promedio para los frutos enteros de parchita, cultivada en Brasil, 93 g; mientras en el año 2003, Aular y Rodríguez, reportaron valores algo inferiores de peso promedio del fruto e iguales a 73,72 g. Por su parte, Feitosa y col., para el año 2007, determinaron el peso promedio de frutos de parchita, comercializadas en el municipio de Rio Branco en Brasil, en 177,28 gramos. Cuando se comparan los resultados obtenidos, con los valores referenciales reportados, se encuentran diferencias, lo cual indica que existe una gran variabilidad en el peso promedio de los frutos enteros de parchita. Esto puede deberse a las condiciones de cultivo, lugar donde se realiza el mismo y condiciones climáticas, entre otros factores.

Con respecto a las dimensiones del fruto, se obtuvieron los siguientes valores (Tabla 3): 10,17  $\pm$  0,80 cm de largo y 7,89  $\pm$  0,64 cm de diámetro máximo. En el año 1994, Aular y col., encontraron valores promedio de 6,7 cm de largo y de diámetro máximo 6,2 cm, mientras que Feitosa y col. (2007), reportaron de largo



8,9 cm y de diámetro máximo de 7,7 cm; dichos valores referenciales son más bajos que los obtenidos, por lo que esto refuerza lo anteriormente expuesto, acerca de la variabilidad que se puede presentar en las características físicas de los frutos de parchita.

**Tabla 3.** Peso, dimensiones y proporciones de pericarpio, mesocarpio, arilo y semilla en el fruto de parchita.

Parámetro		Valor
Peso del fruto (g)*		119,21 ± 37,00
Dimensiones (cm)**	Largo	10,17 ± 0,80
	Diámetro máximo	7,89 ± 0,64
Proporciones (%)**	Pericarpio	20,79 ± 1,15
	Mesocarpio	52,15 ± 1,33
	Arilo	34,82 ± 1,07
	Semilla	11,45 ± 1,09

Valores expresados como media ± desviación estándar.

\* Número de réplicas = 81

\*\* Número de réplicas = 20

En la Tabla 3 se pueden observar las proporciones en el fruto de pericarpio (20,79), mesocarpio (52,15%), arilo o jugo (34,82%) y semilla (11,45%).

Si se comparan los anteriores valores con los reportados, se puede observar que la proporción de jugo es algo inferior a la reportada por Aular en 1994 (39,9 %), y aun menor que la señalada por Aular y Rodríguez en el año 2003

(41,86%). Con ello se sigue evidenciando la gran variabilidad que se puede presentar tanto en proporciones, como en dimensiones de los frutos de parchita.

En cuanto a la proporción de semilla encontrada en los frutos empleados, se encontró que esta era menor que la reportada por Aular y Rodríguez, en el año 2003 (14,82%).

Por su parte, Piza (1966), encontró de proporción de piel 61,90%; siendo este mucho mayor al reportado en el actual trabajo (17,44 %), no cabe duda que lo que Piza reportó como piel corresponde a la combinación de pericarpio (piel o concha) y mesocarpio y que comúnmente es considerado como piel. Parte del fruto que a su vez es descartado junto con las semillas. De esta forma, cuando se pasa a emplear para la elaboración de productos a base de parchita el mesocarpio junto al arilo (jugo), la proporción de materia aprovechable aumenta desde 34,82% (proporción de arilo) hasta 86,97%, disminuyendo a su vez los desechos desde 84,39% a 32,24%. Lo anterior muestra lo interesante que resultaría para la industria de alimentos, el empleo de la parchita para la elaboración de pulpa tal como se hizo en el presente trabajo.

## **6.2.- Caracterización física y química de la pulpa de parchita.**

En términos generales las frutas son una importante fuente de carbohidratos, vitaminas y minerales, los cuales se encuentran de forma fácilmente asimilable (Rodríguez, 1985).

En la Tabla 4 se pueden observar los resultados obtenidos en los análisis realizados a la pulpa de parchita.

**Tabla 4.** Parámetros químicos y físicos determinados en la pulpa de parchita.

Parámetro		Valor
Humedad (%)		90,13 ± 0,09
Sólidos solubles (°Brix)		9,70 ± 0,06
pH		2,81 ± 0,02
Acidez total titulable** (%)		1,28 ± 0,02
Azúcares reductores (%)		5,83 ± 0,06
Azúcares no reductores (%)		1,26 ± 0,06
Cenizas (%)		0,91 ± 0,05
Compuestos fenólicos totales (mg %)		11,32 ± 0,04
Pectina (%)		1,02 ± 0,12
Color	L*	46,32 ± 0,01
	a*	2,78 ± 0,04
	b*	21,43 ± 0,07

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Número de replicas= 3.

\*\*expresada como ácido cítrico.

#### 6.2.1.- Contenido de Humedad.

Como se puede observar en la Tabla 4, el valor de contenido de humedad para la pulpa de parchita es alto (90,13%), lo cual concuerda con el reportado en el año 2009, por Álvarez (88,16 %) y al reportado por Rodríguez, en 2011 (89,98%) para la pulpa elaborada utilizando el arilo con el mesocarpio.

En términos generales el agua es el principal constituyente de la mayoría de los alimentos. La relación del agua con los alimentos es de suma importancia, puesto que esta contribuye con la textura, estructura e interactúa con los componentes químicos de los mismos (Labuza, 1971).

Con el proceso de deshidratación que le fue aplicado a la pulpa de parchita acondicionada, se disminuyó el contenido de humedad de la misma, hasta valores cercanos a 10%; lo cual involucra una considerable pérdida de agua y por lo tanto una gran pérdida de peso que se manifiesta en el rendimiento final del producto (hojuelas de parchita).

#### **6.2.2.- Sólidos solubles.**

El resultado obtenido para el contenido de sólidos solubles en la pulpa de parchita fue de 9,83 °Brix. Al comparar dicho valor con el de sólidos totales, se puede inferir que la mayor parte de los sólidos en la pulpa corresponde a sólidos solubles. Para el año 2009, Álvarez reportó un valor promedio de sólidos solubles de 9 °Brix y Rodríguez (2011) de 10,13 °Brix; dichos valores se encuentran bastante cercanos con el reportado en el presente trabajo.

El análisis de sólidos solubles es un parámetro importante en este trabajo de investigación ya que se planteó en los objetivos probar mezclas acondicionadas a diferentes concentraciones de sólidos solubles, por lo que es imprescindible conocer su contenido inicial.

### 6.2.3.- pH.

El valor obtenido de pH en el presente trabajo fue de 2,81. Álvarez (2009), reportó un pH de 3,21 para la pulpa elaborada con el arilo y el mesocarpio. Posteriormente Rodríguez (2011) indicó haber encontrado en la pulpa de parchita un valor de 2,88. Dichos valores referenciados, son similares a los obtenidos en este análisis.

El pH es un análisis de suma importancia como una medida de acidez activa que suele influir en el sabor y la palatabilidad de los productos alimenticios, además de afectar los requerimientos del procesamiento (Rodríguez, 1985).

En la pulpa de parchita el pH juega un papel de suma importancia en la estabilidad de la misma, representando una barrera antimicrobiana, lo cual le ofrece a la pulpa la ventaja de inhibir el crecimiento de microorganismos, dificultando así su deterioro y facilitando su conservación, bajo ciertos parámetros. De esta forma, partir de una pulpa cuyo pH ya es lo suficientemente bajo, predispone obtener un producto después de la deshidratación también de pH bajo, e induce a pensar que la disminución del efecto sobre la conservación del producto producido por la pérdida de agua se verá reforzado por su bajo pH.

### 6.2.4.- Acidez total titulable.

Como se puede observar en la Tabla 4 el contenido de acidez total titulable obtenido en la pulpa de parchita fue de 1,28%, este valor es bastante similar con el reportado por Álvarez en el año 2009, para la pulpa de parchita (1,35 %) y el obtenido en 2011 por Rodríguez (1,01%).

El porcentaje de acidez total en los alimentos suele ser considerado un índice del valor de los ácidos orgánicos que pueden estar presentes en los mismos. Dichos ácidos influyen notoriamente en el color, el sabor y la estabilidad de los productos alimenticios (Calvo, 2009). En la industria de alimentos, los frutos de alta acidez son de gran importancia, ya que se logra reducir la adición de acidificantes y proporcionan una mejor nutrición, seguridad alimentaria y calidad organoléptica (Muller, 1977).

#### **6.2.5.- Contenido de azúcares reductores y no reductores.**

El resultado obtenido en el análisis aplicado a la pulpa de parchita fue de 5,83% para azúcares reductores y de 1,26% para azúcares no reductores. Usualmente los azúcares reductores favorecen las reacciones de oscurecimiento tipo Maillard, lo que se debe tomar en cuenta al utilizar dicha pulpa.

Las frutas poseen una gran variación en tanto a su composición y proporción de azúcares, lo cual determina el sabor característico de cada una y las distinguen las unas de las otras. En los azúcares se distinguen dos grupos, los reductores y los no reductores. Los carbohidratos reductores poseen un grupo carbonilo libre, mientras que los no reductores se encuentra comprometido (Consulta FAO/OMS,1997).

En el año 2009, Álvarez obtuvo como contenido de azúcares reductores de 6,84 y 1,14 % para azúcares no reductores; dichos valores son similares a los

obtenidos en el presente trabajo, al igual que los reportados por Rodríguez en 2011 (5,83 y 1,26 % respectivamente para azúcares reductores y no reductores).

Según los resultados obtenidos para los contenidos de sólidos totales, sólidos solubles, azúcares reductores y azúcares no reductores, se tiene que al igual que en la mayoría de las pulpas de frutas, casi todos los sólidos solubles corresponden a azúcares y por lo tanto, la mayoría de los sólidos presentes en la pulpa son azúcares.

#### **6.2.6- Cenizas.**

El contenido de cenizas encontrado para la pulpa de parchita fue de 0,99%, tal como se puede observar en la Tabla 4. Dicho valor está bastante próximo al reportado por Rodríguez (2011), el cual correspondió a 0,91%.

Las cenizas representan la fracción correspondiente a los minerales que están presentes en los alimentos. Para su determinación la materia orgánica es incinerada, quedando solo los compuestos inorgánicos. A las temperaturas en las que se lleva a cabo el proceso se produce una pérdida de ciertos minerales como el Ca y el P, y la volatilización de otros como el Na, K y Cl (Caravasa, 2003).

#### **6.2.7.- Contenido de compuestos fenólicos totales.**

El valor encontrado de compuestos fenólicos totales en la pulpa de parchita fue de 11,32 mg%, resultado bastante cercano al obtenido por Rodríguez en el

año 2011 (8,02 mg%). Murcia y col. (2006), reportaron un valor promedio del contenido de compuestos fenólicos totales en la uva de 11 mg%, el cual es similar al de la pulpa de parchita. Es de hacer notar que a la uva se le han atribuido numerosos e importantes beneficios a nivel de salud, por su función como antioxidante.

Los compuestos fenólicos son sustancias de naturaleza química que forman parte de un amplio grupo de metabolitos secundarios presentes en las plantas, con variación en su estructura química, englobando más de 8000 compuestos (Martínez y col., 2000).

La actividad antioxidante de estos compuestos tiene interés desde el punto de vista tecnológico y nutricional (Berra y col., 1995 citado por Arias, 2010).

#### **6.2.8.- Contenido de pectina.**

El resultado obtenido de contenido de pectina en la pulpa de parchita es de 1,02 %, dicho resultado es similar a lo reportado por Corona y col. (1996), como contenido de pectina en la corteza de parchita (1,3%), de igual manera los valores expuestos por Addosio y col. (2005) están comprendidos entre 1,11 y 1,85 % dependiendo del compuesto con el cual fue extraída la pectina.



### 6.2.9.- Color.

De la determinación de los parámetros de color se tiene que el parámetro  $L^*$  corresponde a la medida de luminosidad, la cual representa la aproximación matemática de la respuesta del ojo al blanco-negro; lo que implica que un blanco perfecto tendrá un valor  $L^*$  de 100 y un negro perfecto un valor  $L^*$  de 0. El parámetro  $a^*$  (matiz) es conocido como la medida del rojo o verde, valores positivos de  $a^*$  indican color rojizo y valores negativos, indican la prevalencia del verde. Finalmente  $b^*$  (intensidad) implica la prevalencia del color amarillo o del color azul, un valor positivo señala tonalidades amarillas y un valor negativo indica tonalidades azules (DeMan, 1999).

Los valores obtenidos para color de la pulpa de parchita fueron  $L^*= 46,32$ ;  $a^*=2,78$  y  $b^*= 21,43$ , lo que indica que posee una luminosidad media y valores que muestran tendencia hacia el rojo y amarillo. Según la bibliografía consultada relacionada con la pulpa de parchita obtenida a partir del arilo y el mesocarpio los valores de  $L^*$  y  $a^*$  son ligeramente inferiores a los reportados por Álvarez (2009) y por Rodríguez (2011); 64,12 y 53,69 para  $L^*$  y, +7,05 y +5,02 para  $a^*$ , respectivamente. Igualmente, la pulpa resulto ser menos amarilla que la analizada por los anteriores investigadores (+56,00 y +54,37 para el parámetro  $b^*$ ).

### 6.3.- Desarrollo de las formulaciones para la elaboración de hojuelas de parchita.

Como se indicó en Materiales y Métodos, el desarrollo de un alimento en forma de hojuelas a base de parchita, se fundamentó en probar en la pulpa de

parchita acondicionada a diferentes contenidos de sólidos solubles dos tipos de formulaciones: una con almidón y otra con pectina. Para esto se variaron los contenidos de sólidos solubles de la mezcla y las proporciones de almidón agregada a la misma, dejando fijo el contenido de pectina en 1%.

Es de suma importancia señalar que el presente trabajo tiene carácter preliminar, pues no se han encontrado referencias de trabajos similares al mismo y con él se está buscando formular bases para una posible línea de investigación en la deshidratación de pulpa de frutas utilizando el deshidratador de doble tambor. Es por ello que se buscaron formulaciones finales fijando ciertos parámetros tales como contenido de sólidos solubles y pH, para estudiar el comportamiento de las mismas en el proceso de deshidratación y poder evaluar tanto las características físicas, químicas, microbiológicas y funcionales de las hojuelas obtenidas.

En el presente trabajo experimental no se planteo la combinación de diferentes factores (contenido de sólidos solubles, tipo de hidrocoloide y proporción de hidrocoloide), sino el ir probando la posibilidad de elaborar las hojuelas de parchita añadiendo almidón o pectina, y a su vez variando el contenido de sólidos solubles en función de la acidez que presentaban las hojuelas.

Se deben considerar las mezclas que contienen almidón, las que contienen pectina de alto metoxilo y las de pectina de bajo metoxilo, como tres muestras diferentes, las cuales pueden originar tres productos diferentes y no tomarlas como tres variables de un solo producto.

Preliminarmente se deshidrató la pulpa de parchita sin ningún otro ingrediente, para evaluar los cambios producidos en el color y el aspecto de la

misma y con ello poder decidir cuales serian las próximas condiciones de la mezcla a deshidratar. Al deshidratar dicha pulpa (en las condiciones establecidas) no se evidenció un cambio importante en la coloración ( $L^*=46,30$ ;  $a^*=+2,02$  y  $b^*=+20,71$ ) con respecto a la pulpa; sin embargo, la lámina obtenida era demasiado delgada y tendía a adherirse sobre ella misma, formando pliegues muy pequeños y reduciendo el volumen de la muestra. Debido a estas razones se decidió adicionar almidón de maíz a la pulpa de parchita en una proporción final de 20%, con la intención de darle un poco más de consistencia; con ello se logran hojuelas cuya coloración fue de  $L^*=49,36$ ;  $a^*=-0,54$  y  $b^*=+2,53$ , resaltando un color amarillo pálido, pero con un aspecto bastante uniforme y más gruesas, que las anteriores, con solo pulpa de parchita. Posteriormente se disminuyó el contenido de almidón a 10 %, con la intención de buscar un aspecto similar a la anterior, pero conservando el color de la pulpa de parchita; con dicho porcentaje el resultado obtenido con respecto al color era más parecido al de la pulpa ( $L^*=55,94$ ;  $a^*=-0,63$  y  $b^*=+12,89$ ) y las hojuelas seguían teniendo buen aspecto.

Después de realizar la evaluación sensorial informal del producto en el laboratorio y teniendo los resultados de los sólidos solubles de la pulpa de parchita, se tomó la decisión de aumentar el contenido de sólidos solubles de la mezcla a 12 °Brix sin almidón, para así evaluar principalmente el efecto sobre el sabor de las hojuela. Se obtuvo una hojuela muy delgada, sin cuerpo, con los mismos problemas de la obtenida con solo pulpa de parchita, de coloración un poco más oscura ( $L^*=47,91$ ;  $a^*=-0,81$  y  $b^*=+18,02$ ), pero de mejor sabor. En base a este resultado y los anteriores, se mezcló pulpa de parchita a 12 °Brix y 10 % de almidón de maíz, con lo cual se obtuvieron hojuelas similares a las formuladas

sólo con pulpa y 10 % de almidón en base a la coloración ( $L^*=52,28$ ;  $a^*=-0,88$  y  $b^*=+10,95$ ) y al aspecto.

Considerando que 12 °Brix todavía era un contenido de sólidos solubles bajo, que producía hojuelas de sabor muy ácido se procedió a aumentar los mismos en la mezcla y disminuir la proporción de almidón. Se formuló una mezcla de pulpa de 15 °Brix y 5 % de almidón; las hojuelas obtenidas fueron delgadas, las cuales se adherían entre sí, parecidas a las obtenidas con las formulaciones sin la adición de almidón, con una coloración un poco más clara a la de la pulpa ( $L^*=56,33$ ;  $a^*=-1,68$  y  $b^*=+12,56$ ).

Tomando en cuenta el resultado anterior, se modificó nuevamente la proporción de almidón, formulando pulpa de parchita a 15 °Brix y 10 % de almidón de maíz. Esta formulación arrojó como resultado hojuelas menos ácidas y manteniendo el color ( $L^*=59,35$ ;  $a^*=-1,14$  y  $b^*=+10,59$ ) y el aspecto deseado.

Finalmente se decidió acondicionar la pulpa a 20 °Brix, con la intención de reducir un poco más el sabor ácido de la misma y obtener hojuelas con un sabor más agradable, por lo que se realizó la mezcla de pulpa de parchita a 20 °Brix y 5 % de almidón de maíz y los resultados obtenidos fueron muy similares a los de la formulación de pulpa de 15 °Brix y 5 % de almidón; las hojuelas obtenidas fueron muy delgadas, de aspecto no uniforme y coloración con mayor luminosidad ( $L^*=60,55$ ;  $a^*=-0,44$  y  $b^*=+21,89$ ).

Así mismo, se formuló pulpa a 20 °Brix y 10% de almidón de maíz, obteniéndose hojuelas un poco menos delgadas que las anteriores, pero aun con un aspecto un poco irregular y una coloración con tendencia a la blanca ( $L^*=60,72$ ;  $a^*=-1,23$  y  $b^*=+13,6$ ); por lo que se tomó la decisión en base al color, el aspecto y

el sabor (acidez) de establecer como base una mezcla de pulpa con un contenido de sólidos solubles de 15 °Brix.

Como fue descrito en la sección Materiales y Métodos, se probó una proporción de 1%, tanto de pectina de alto metoxilo como de bajo metoxilo, generando dos nuevas formulaciones, en las cuales se mantuvieron los sólidos solubles ya establecidos anteriormente (15 °Brix), con la intención de conservar como única variable el tipo de agente texturizante y las proporciones de almidón en las mezclas a base de este polisacárido.

Probadas todas las mezclas indicadas y en función de las características anteriormente señaladas (el color, el aspecto y la acidez) de las hojuelas obtenidas, ver Figura 9; se seleccionaron cuatro de las once formulaciones, las cuales fueron:

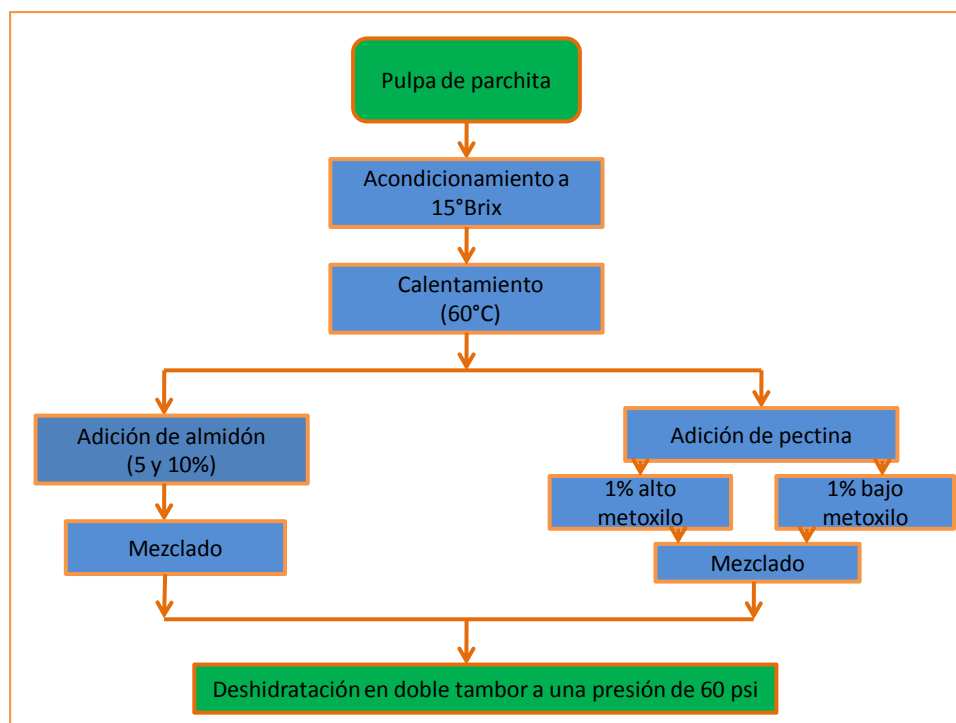
- Pulpa de parchita (15 °Brix) + 5 % de almidón de maíz
- Pulpa de parchita (15 °Brix) + 10 % de almidón de maíz
- Pulpa de parchita (15 °Brix) + 1 % de pectina alto metoxilo
- Pulpa de parchita (15 °Brix) + 1 % de pectina bajo metoxilo

#### **6.4- Caracterización química, física y microbiológica de las hojuelas de parchita elaboradas con las formulaciones seleccionadas.**

##### **6.4.1.- Contenido de Humedad.**

En la Tabla 5 se pueden observar los valores de contenido de humedad de la mezcla antes de la deshidratación y la de las hojuelas elaboradas con dichas mezclas.

Los valores de humedad obtenidos para las hojuelas de parchitas elaboradas con las formulaciones seleccionadas variaron entre 8,27 y 10,81 %, dichos valores son lo suficientemente bajos como para asegurar su estabilidad en cuanto al crecimiento de microorganismos y detener todas las reacciones bioquímicas y casi todas las de carácter químico.



**Figura 9.** Esquema tecnológico para la elaboración de las hojuelas de parchita con las formulaciones seleccionadas.

El contenido de humedad obtenido en las hojuelas que contienen 5 y 10 % de almidón, fueron de 8,27 y 7,70 % respectivamente; entre dichos valores no existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), lo que indica un efecto similar del

almidón en cuanto a retención de agua en las mezclas deshidratadas, a pesar de encontrarse en proporciones diferentes.

Igualmente, al comparar los valores de humedad obtenidos de las hojuelas de parchita que contenían almidón con los de las mezclas sin deshidratar, encontramos que los porcentajes varían aproximadamente en un 90% después de haberse aplicado el proceso de deshidratación en doble tambor, es decir las hojuelas conservaron sólo alrededor de un 10% de la humedad que contenía la mezcla inicialmente.

**Tabla 5.** Variación de la humedad por efecto de la deshidratación en las formulaciones establecidas.

Formulación	1	2	3	4
Humedad mezclas (%)	78,17 ± 0,38 <sup>c</sup>	74,25 ± 0,78 <sup>d</sup>	82,18 ± 0,50 <sup>a</sup>	81,56 ± 0,20 <sup>a</sup>
Humedad hojuelas (%)	8,27 ± 0,40 <sup>a</sup>	7,7 ± 0,36 <sup>a</sup>	10,81 ± 0,18 <sup>b</sup>	9,97 ± 0,07 <sup>c</sup>

Formulación: 1= pulpa 15°Brix + 5% de almidón de maíz; 2= pulpa 15°Brix + 10% de almidón de maíz; 3= pulpa 15°Brix + 1% de pectina alto metoxilo; 4= pulpa 15°Brix + 1% de pectina bajo metoxilo

Valores expresados como media ± desviación estándar

Número de replicas= 3.

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

Por su parte los valores obtenidos en la determinación de contenido de humedad para las hojuelas de parchita que contiene pectina fueron 10,81 y 9,97 %, para las formulaciones con 1 % de pectina de alto metoxilo y 1 % de pectina bajo metoxilo respectivamente. Al igual que en el caso anterior, estos valores de

contenido de humedad se pueden considerar como satisfactorios con respecto a su aporte a la estabilidad de ambos productos. Entre dichos valores se encontraron diferencias estadísticamente significativas, a pesar de que las hojuelas contenían pectina en la misma proporción, lo que indica que el tipo de pectina de alto metoxilo podría estar contribuyendo a retener una mayor cantidad de agua en la muestra. En este sentido, es probable que el predominio de grupos esterificados en este tipo de pectina, interactúen más con las moléculas de agua, originando dicha diferencia.

Al igual que en el caso anterior, los valores de contenido de humedad se pueden considerar como satisfactorios ya que además del aporte a la estabilidad de ambos productos estos resultados indican que es posible obtener en poco tiempo una alta reducción en el contenido de agua de la pulpa de parchita, lo cual origina un ahorro importante en el proceso de deshidratación. No obstante se requiere realizar varias corridas de cada muestra, con el fin de comprobar estadísticamente el efecto del proceso sobre las características de las hojuelas obtenidas, si lo que se desea es evaluar el proceso de deshidratación de pulpa de parchita en deshidratador de doble tambor.

#### **6.4.2.-pH.**

Como podemos observar en la Tabla 6, en los resultados obtenidos de pH para las hojuelas de parchita, se encontraron valores que van desde 2,25 a 2,38, con diferencias estadísticas significativas. Las hojuelas de parchita que contienen almidón no presentaron diferencias significativas entre ellas mismas, sin embargo



se encontró diferencia entre las hojuelas que contienen pectina, siendo mayor el pH en donde fue agregada la pectina de bajo metoxilo.

Lo anterior puede estar relacionado con que las pectinas de bajo metoxilo presentan una mayor cantidad de grupos carboxilo, los cuales contribuyen con la acidez del medio que los contiene.

**Tabla 6.** Análisis químicos, físicos y microbiológicos realizados a las hojuelas de parchita, elaboradas con cuatro formulaciones.

Formulación		1	2	3	4
pH		2,25 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,27 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,26 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,38 ± 0,06 <sup>b</sup>
Acidez total titulable** (%)		5,13 ± 0,07 <sup>c</sup>	4,11 ± 0,02 <sup>b</sup>	6,1 ± 0,01 <sup>a</sup>	6,18 ± 0,06 <sup>a</sup>
Color	L*	56,33 ± 0,0 <sup>a</sup>	59,35 ± 0,0 <sup>b</sup>	48,75 ± 0,0 <sup>c</sup>	42,99 ± 0,01 <sup>d</sup>
	a*	-1,68 ± 0,01 <sup>a</sup>	-1,14 ± 0,01 <sup>b</sup>	-0,29 ± 0,01 <sup>c</sup>	-0,43 ± 0,01 <sup>d</sup>
	b*	12,56 ± 0,03 <sup>a</sup>	10,59 ± 0,03 <sup>b</sup>	14,92 ± 0,01 <sup>c</sup>	13,28 ± 0,03 <sup>d</sup>
Contaje microbiológico	Aerobios mesófilos	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
	Mohos y levaduras	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Formulación: 1= pulpa 15°Brix + 5% de almidón de maíz; 2= pulpa 15°Brix + 10% de almidón de maíz; 3= pulpa 15°Brix + 1% de pectina alto metoxilo; 4= pulpa 15°Brix + 1% de pectina bajo metoxilo  
Valores expresados como media ± desviación estándar.

Número de replicas= 3.

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

\*\*expresada como ácido cítrico

A su vez al evaporar agua de las mezclas se concentran los solutos, presentes en las mismas, aumenta la concentración de los ácidos y el pH disminuye. Es importante resaltar, que con estos valores de pH, se logra promover

un producto con mayor estabilidad microbiológica, aumentando el tiempo de vida útil del mismo.

#### **6.4.3.- Acidez total titulable.**

El porcentaje de acidez total titulable en las hojuelas de parchita, fue de 5,13 y 4,11 para aquellas que contenían 5 y 10% de almidón respectivamente; para estas formulaciones se encontraron diferencias significativas, siendo ligeramente más alto el porcentaje para 5 % de almidón de maíz. Por su parte entre las hojuelas cuya formulación contiene pectina, los valores obtenidos fueron de 6,1 para pectina de alto metoxilo y 6,18 para pectina de bajo metoxilo, no se variaron estadísticamente entre ellas. Es importante recordar que tratándose de ácidos orgánicos débiles, una pequeña diferencia en la cantidad de ácidos presentes no necesariamente se refleja en una diferencia en el pH, debido a su característica de funcionar como compuestos amortiguadores de los cambios de pH; no obstante, a ciertos y determinados valores de pH tal función no tiene efecto.

#### **6.4.4.- Color.**

El color de las hojuelas de parchita fue determinado tomando como referencia la placa blanca estándar, obteniéndose un intervalo de valores de luminosidad ( $L^*$ ) promedio entre 42,99 y 59,35; encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos. Para las hojuelas de parchita que contenían almidón los valores de  $L^*$  fueron de 56,33 y 59,35; para las formulaciones con 5 y 10 % de almidón respectivamente, dichos resultados

reflejan un índice de luminosidad alrededor del 50%, un poco mayores al de la pulpa de parchita ( $L^*=46,32$ ); ese efecto es producido por la presencia de almidón en las hojuelas, que le proporciona una tendencia más al blanco, y siendo mayor el de la formulación con mayor contenido de almidón.

En cuanto a los resultados de  $L^*$  para las hojuelas que contienen pectina, se observaron diferencias estadísticas significativas entre ellos, siendo estos valores un poco más parecidos a los de pulpa de parchita, resultando en las hojuelas el valor más próximo a la pulpa las que fueron formuladas con pectina de alto metoxilo y con una tendencia un poco más oscura en las de pectina con bajo metoxilo. Al comparar las cuatro formulaciones en base a este parámetro, se tiene una mayor similitud con la pulpa en las hojuelas con 1 % de pectina de alto metoxilo.

Para la medida de  $a^*$  (matiz) se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las cuatro formulaciones. Los valores para aquellas hojuelas que contenían almidón fueron de -1,68 y -1,14 (5 y 10% de almidón, respectivamente), lo que indica que dichas hojuelas poseen una tendencia mayor hacia el color verde, al comparar estos resultados con el obtenido para pulpa de parchita, contrasta con que esta tiene tendencia al color rojo, aunque en magnitud las diferencias son pequeñas.

Por su parte en las hojuelas que fueron formuladas con pectina, se observó de igual manera tendencia al color verde, pero con valores menores en magnitud que las que contenían almidón, y por lo tanto más próximos a los de la pulpa de parchita, resultando con un valor más cercano al de la pulpa también la formulación que contenía 1 % de pectina alto metoxilo.

La intensidad del color (b\*) arrojó resultados estadísticamente diferentes entre las cuatro formulaciones. En este caso las hojuelas con 5% de almidón presentaron una intensidad más cercana a la de la pulpa de parchita, al igual que aquellas que contenían pectina de alto metoxilo, las cuales resultaron ser las más próximas en cuanto a este parámetro con respecto a la pulpa.

#### **6.4.5.- Análisis microbiológico.**

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, a las hojuelas de parchita, fueron menores a 10 UFC/g, siendo dicho valor el límite inferior para la detección de microorganismos, según la metodología utilizada.

Los aerobios mesófilos son un tipo de microorganismos indicadores, los cuales pueden dar una idea de la vida útil del producto que se analiza. Por su parte los mohos y levaduras son del tipo de microorganismos que pueden crecer en alimentos de pH bajo, con poco contenido de humedad, altos contenidos de azúcares y sal, bajas temperaturas, entre otros (Nickerson y Sinskey, 1978).

Las hojuelas de parchita muestran estabilidad microbiológica dado que las características intrínsecas de mismas, tales como pH y contenido de humedad bajo, le confieren al producto una barrera para el crecimiento de muchos microorganismos.

## **6.5.- Propiedades funcionales.**

### **6.5.1.- Solubilidad.**

De los resultados obtenidos sobre solubilidad (Tabla 7), se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre las hojuelas que contienen almidón; resultando mayor la solubilidad en aquellas que contenían menor proporción del mismo, quizá porque este hidrocoloide puede tender a formar redes que retengan a los solutos en su interior, o bien que el almidón se encuentre sin gelatinizar y sea insoluble.

Las hojuelas que fueron acondicionadas con pectina de alto metoxilo presentaron un valor de solubilidad de 36,27% y las de bajo metoxilo 35,91%; entre estos valores no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, no obstante resultaron ser mayores a los presentados con respecto a las formulaciones que contenían almidón, lo cual indica que la tendencia natural de sus componentes a mezclarse es mayor.

El grado en que una sustancia logra disolverse en otra, depende de la naturaleza tanto del soluto como del disolvente, además de otras causas tales como la temperatura y, al menos en el caso de los gases de la presión. En términos generales, cuanto mayores sean las atracciones existentes entre el soluto y el solvente, mayor será la solubilidad (Brown y col., 2004).

Este análisis es de gran importancia en el momento de darle una aplicación funcional a las hojuelas de parchita. La solubilidad a temperatura ambiente puede ser un parámetro útil en el caso de productos de tipo instantáneos, tales como bebidas; pensando en esto, las hojuelas con un contenido de 1 % de pectina de alto metoxilo, serían una buena opción, por presentar el mayor porcentaje de

solubilidad en las muestras analizadas. A su vez, en este tipo de productos el color jugaría un papel fundamental, puesto se buscaría conservar las propiedades de la pulpa; en este caso las hojuelas formuladas con 1 % de pectina de alto metoxilo presentaron la coloración más parecida a la pulpa, siendo entonces las más adecuadas cuando sea requerida solubilidad a temperatura ambiente.

#### **6.5.2.- Formación de gel.**

Como fue descrito en el punto 4.2.2.3.2.2; de Materiales y Métodos, se probaron diferentes cantidades de muestras para definir la cantidad necesaria para formar un gel, obteniéndose como resultado, la formación del mismo utilizando una proporción de muestra:agua igual a 1:10; siendo esta proporción la usada para medir todos los parámetros funcionales.

La mayoría de los geles suelen formarse por agregación de soles coloidales; los sistemas sólidos o semisólidos formados de esta forma están interpenetrados por un líquido. Las partículas se unen formando una especie de malla entrelazada que confiere rigidez a la estructura y dichas mallas mantiene en su interior a la fase continua del gel. (Aulton, 2004).

La capacidad de formar geles, conocida como la asociación de moléculas para formar una red tridimensional capaz de retener agua, es una de las propiedades funcionales de mayor interés de los polisacáridos, determinando la estructura de la macromolécula y las características del gel (Boatella, 2004).

La formación del gel es importante en el enfoque funcional que se le quiere dar al presente trabajo, ya que con dicho resultado se puede considerar la idea de

usar las hojuelas de parchitas como la materia prima para un producto tipo gel, cuyas características más resaltantes serán la similitud con la pulpa de parchita.

**Tabla 7.** Propiedades funcionales evaluadas en las hojuelas de parchita, elaboradas con cuatro formulaciones.

Formulación		1	2	3	4
Solubilidad (%)		26,35±0,20 <sup>b</sup>	11,21±0,14 <sup>c</sup>	36,27±0,75 <sup>a</sup>	35,91±0,43 <sup>a</sup>
Viscosidad aparente (cP)*	30 rpm	833,33±5,77 <sup>b</sup>	960,00±17,32 <sup>c</sup>	170,00±30,00 <sup>a</sup>	226,67±5,77 <sup>a</sup>
	60 rpm	830,00± 0,00 <sup>a</sup>	940,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	130,00 ± 0,00 <sup>c</sup>	220,00 ± 0,00 <sup>d</sup>
Consistencia (cm/30")		7,07±0,15 <sup>a</sup>	6,87±0,12 <sup>a</sup>	10,57±0,06 <sup>b</sup>	10,30±0,03 <sup>a</sup>
Fuerza del gel	Fuerza de ruptura (g)	28,86±0,79 <sup>a</sup>	34,25±1,48 <sup>b</sup>	ND	ND
	Elasticidad (mm)	5,56±0,20 <sup>a</sup>	5,47±0,15 <sup>a</sup>	ND	ND

Formulación: 1= pulpa 15°Brix + 5% de almidón de maíz; 2= pulpa 15°Brix + 10% de almidón de maíz; 3= pulpa 15°Brix + 1% de pectina alto metoxilo; 4= pulpa 15°Brix + 1% de pectina bajo metoxilo  
Valores expresados como media ± desviación estándar

Número de replicas= 3.

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

ND = no determinado.

\* = medida con la aguja número 4.

### 6.5.3.- Viscosidad aparente.

Como se puede observar en la Tabla 7 los resultados obtenidos de la determinación de viscosidad de las dispersiones presentaron diferencias estadísticamente significativas. Los valores de viscosidad encontrados en las

muestras que contiene almidón para una velocidad de 30 rpm son de 833,33 y 960 cP, respectivamente para 5 y 10% de almidón, siendo la resistencia a fluir de las hojuelas que contiene 10 % de almidón mayor que las de 5 %, esto debido a la formación de una estructura más fuerte con las hojuelas que contenían más almidón. En las mezclas acondicionadas con pectina los valores de viscosidad reportados no presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo los resultados arrojaron valores menores que los de las hojuelas con almidón, por lo que se puede puntualizar que en base a las proporciones presentes en las muestras, las hojuelas que contiene almidón de maíz presentan una mayor resistencia a fluir, que las de pectina generando geles más fuertes.

De forma similar fue el comportamiento de las muestras al medir viscosidad a una velocidad de 60 rpm, las muestras acondicionadas con almidón presentaron valores más altos a los de las muestras que contienen pectina.

Como fue indicado en Materiales y Métodos, la viscosidad en las muestras fue medida con un viscosímetro Brookfield, el funcionamiento del mismo se basa en la rotación a una velocidad constante de una aguja o cilindro dentro del material o muestra que mide el torque ejercido por un resorte calibrado con dicha aguja (Smith, 1967).

La viscosidad es una propiedad de suma importancia en la industria alimentaria, ya que esta puede ser útil en el momento de definir el uso de las muestras, para la elaboración de productos específicos, en los cuales este parámetro marque una diferencia importante en cuanto a los atributos deseados, ya sea formar geles o impartir mayor viscosidad a un alimento líquido. En este



caso, las hojuelas que contienen almidón serían más recomendadas para tales funciones.

No obstante lo anterior, se puede conjeturar que en el caso de las hojuelas a base de pectina, un leve aumento en la concentración (1,5 a 2,0%) podría tener el efecto de incrementar la viscosidad de la dispersión obtenida, y específicamente en el caso de las hojuelas a base de pectina de bajo metoxilo, la adición de calcio podría potenciar su poder gelificante y por lo tanto también incrementar la viscosidad de las dispersiones que la contengan.

#### **6.5.4.- Consistencia.**

Los valores obtenidos como resultados en la medida de consistencia para los geles formados, con una proporción de 1:10 a partir de las hojuelas de parchita se encontraron entre 6,87 y 10,57 cm/30", presentando dichos valores diferencias estadísticamente significativas.

Para las formulaciones acondicionadas con almidón se obtuvieron resultados de 7,07 y 6,87 cm/30"; para 5 y 10% de este hidrocoloide, respectivamente; lo que nos indica que a una mayor proporción del mismo la distancia recorrida por el gel es menor, debido a su mayor consistencia.

Por su parte, aquellas formulaciones que contenían pectina generaron resultados de 10,57 y 10,30 cm/30", para pectina de alto y bajo metoxilo, respectivamente, lo cual indica mayor consistencia en las hojuelas con pectina de bajo metoxilo.

La consistencia en la industria de alimentos puede considerarse un atributo de calidad textural, siendo también un factor de suma importancia en la apariencia de los alimentos y en sus propiedades funcionales (Potter, 1995

Los resultados obtenidos de la determinación de consistencia concuerdan con los de viscosidad (punto 6,3); evidenciando que ambos parámetros están relacionados, ya que mientras mayor fue la viscosidad de la dispersión, mayor fue su consistencia. Al comparar las cuatro formulaciones obtenidas, se tiene que la dispersión que presentó la mayor consistencia y por consiguiente la mayor viscosidad es la de hojuelas a base de almidón, especialmente las que contenían 10% de este polisacárido, que aunque no presentaron diferencias en cuanto a consistencia con las de las hojuelas con 5% de almidón, sí lo hicieron en cuanto a la viscosidad.

Entre los productos que se podrían considerar para probar la funcionalidad como ingrediente de las hojuelas de parchita, especialmente aquellas a base de almidón, están los colados de fruta, los pudines, mousse de parchita, los rellenos de productos horneados y cualquier formulación para un alimento que considere un gel de parchita.

#### **6.5.5.- Fuerza de gel.**

Debido a la poca fuerza de los geles formados con las hojuelas a base de pectina (alto y bajo metoxilo), sólo se pudo medir con el texturómetro los parámetros de textura (fuerza de ruptura y elasticidad) en los geles formados con las hojuelas a base de almidón. Como se puede observar en la Tabla 7 los valores determinados en los geles formados con hojuelas a base de almidón, presentaron

diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la fuerza de ruptura, pero no en su elasticidad. Lo anterior implica que los geles formados a partir de hojuelas que contenían 5 % de almidón, son menos fuertes que los de las hojuelas con 10 % de almidón, pero no obstante ambos son igualmente elásticos. En este sentido se repite la misma experiencia obtenida al medir viscosidad en las hojuelas elaboradas a base de 10 % de almidón forman geles que presentan interacciones internas algo más fuertes que aquellos elaborados a partir de hojuelas con 5 % de almidón. No obstante, si se tiene en cuenta que no se encontraron diferencias significativas estadísticamente en cuanto a consistencia y elasticidad de los geles que contienen almidón, que no existen una gran variabilidad en cuanto a la magnitud de los valores obtenidos para viscosidad y fuerza de ruptura; y que el color de las hojuelas con 5 % de este hidrocoloide son más parecidas a las de la pulpa de parchita que el que poseen las de 10 % de almidón, se podría proponer el uso de las hojuelas con 5 % de almidón como ingrediente para la elaboración de productos tipo gel, a menos que se requiera de una mayor fuerza, caso en el cual se contaría con las hojuelas con 10 % de almidón.

Por otro lado, aunque no se hayan podido hacer mediciones con el texturómetro en los geles elaborados con hojuelas a base de pectina, como ya se mencionó, es posible que se pueda aumentar la fuerza de dichos geles, al incrementar el contenido de pectina en las hojuelas y/o al incorporar calcio en el caso de las hojuelas elaboradas a partir de pectina de bajo metoxilo.

## **7.- CONCLUSIONES.**

1.- La elaboración de la pulpa de parchita (unión del mesocarpio con el jugo) demostró que el uso de dicha fruta, como materia prima para este trabajo, es beneficioso debido al rendimiento obtenido en el procesamiento de los frutos (72,96 %).

2.- La pulpa de parchita analizada posee un alto contenido de humedad; además de caracterizarse por su bajo pH, su porcentaje de azúcares reductores y los compuestos fenólicos totales presentes en la misma. El color de la pulpa es un atributo de calidad de gran importancia, siendo caracterizado en el presente trabajo por un índice de luminosidad media y valores que realzan su tendencia hacia los colores rojo y amarillo.

3.- En el desarrollo de las hojuelas de parchita fueron seleccionadas cuatro formulaciones, que se adecuaban a lo deseado en base a color, aspecto y acidez de las mismas; las cuales fueron: pulpa a 15 °Brix y 5 % de almidón, pulpa a 15 °Brix y 10 % de almidón; pulpa a 15 °Brix y 1 % de pectina de alto metoxilo; pulpa 15 °Brix y 1 % de pectina de bajo metoxilo.

4.- Durante el proceso de deshidratación de doble tambor se evidenció una diferencia de aproximadamente 90% de contenido de humedad, entre las mezclas sin deshidratar y las hojuelas de parchita obtenidas.

5.- En los valores de pH no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras que contenían almidón y las que contenían pectina de alto metoxilo. En cuanto el contenido de acidez total titulable, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las muestras que contenían almidón, pero no en las acondicionadas con pectina.

6.- El color de las hojuelas de parchita, en comparación con el de la pulpa se vio afectado por la adición de los hidrocoloides anteriormente mencionados y por el proceso de deshidratación de doble tambor en alguno de los casos. Las diferentes proporciones con las que fue acondicionada la pulpa de parchita con almidón, resaltan una mayor luminosidad en las hojuelas con estas formulaciones, así como una tendencia a los colores verde y amarillo. Por su parte aquellas formulaciones acondicionadas con pectina, mantuvieron valores más similares, en los parámetros de color medidos, a los de la pulpa de parchita.

7.- Las diferentes características intrínsecas de las hojuelas de parchita, tales como el pH y el bajo contenido de humedad en las muestras, gracias al tratamiento de deshidratación en doble tambor, le confieren a las mismas un barrera microbiana, contra el crecimiento de muchos microorganismos.

8.- La solubilidad a temperatura ambiente es un parámetro útil en el caso de productos de tipo instantáneos, tales como bebidas; las hojuelas con un contenido de 1 % de pectina de alto metoxilo, serían una buena opción, por presentar el

mayor porcentaje de solubilidad en las muestras analizadas y mayor similitud con respecto al color de la pulpa.

9.- La capacidad de formación de gel de las hojuelas de parchita es importancia ya que con dicho resultado se puede considerar la idea de usar las hojuelas como la materia prima para un producto tipo gel, cuyas características más resaltantes serán la similitud con la pulpa de parchita.

10.- Las hojuelas que contienen almidón serán las más recomendadas para la formación de geles o impartir mayor viscosidad a un alimento líquido. Por su parte, en las formulaciones acondicionadas con pectina se propone un incremento leve de este hidrocoloide (1,5 a 2,0 %) y la adición de calcio en pectina de bajo metoxilo, con la intención de incrementar la viscosidad en la dispersión obtenida, para potenciar su poder gelificante.

11.- Los parámetros de viscosidad y consistencia medidos en las hojuelas están estrechamente relacionados. Las muestras con contenido de almidón presentaron mayor consistencia y por consiguiente mayor viscosidad, en especial las de 10 % de este polisacárido. Los productos a considerar en base a estos parámetros y especialmente usando las hojuelas con almidón de maíz son los colados de fruta, los pudines, mousse de parchita y rellenos de productos pasteleros a base de parchita.

12.- Los geles formados a partir de las hojuelas que contenían almidón presentaron igual elasticidad, pero variando la fuerza de los mismos, más fuerte el gel elaborado con las hojuelas que contiene 10% de almidón. Según estos parámetros se propone el uso de las hojuelas de 5% de almidón como ingrediente para la elaboración de productos tipo gel, a menos que se requiera de una mayor fuerza del mismo, para lo que se desea, en dicho caso se contaría con las hojuelas con un 10% de almidón. Igualmente en el caso de las hojuelas que contienen pectina se recomienda el aumento de las proporciones de las mismas y la incorporación de calcio en las hojuelas con pectina de bajo metoxilo, con la intención de aumentar la fuerza de los geles.

## **8.- RECOMENDACIONES.**

1.- Probar nuevas formulaciones para la elaboración de hojuelas de parchita, variando el contenido de sólidos solubles de las mezclas y las proporciones de almidón y pectina (1,5 – 2 %) con las que son acondicionadas la pulpa de parchita para ser deshidratada.

2.- Se recomienda la incorporación de calcio en las hojuelas con pectina de bajo metoxilo, con la intención de aumentar la fuerza de los geles, la viscosidad aparente y la consistencia de las dispersiones, realizadas a partir de las hojuelas de parchita que contiene dicho hidrocoloide.

4.- Realizar estudios de microscopía electrónica en las muestras que contienen almidón, para observar el estado de los gránulos después del proceso de deshidratación de doble tambor y encontrar una posible explicación de la insolubilidad de las hojuelas obtenidas en agua a temperatura ambiente.

5.- Realizar una evaluación del proceso de deshidratación de doble tambor, en varias corridas de la muestra y probando estadísticamente si se encuentran diferencias significativas entre las mismas.



## 8.- REFERENCIAS.

- AACC. American Association of Cereal Chemists. 1992. Cereal Laboratory Methods. Editado por The American Association of Cereal Chemists, Octava Edición, St. Paul, Minnesota, USA, Vols. I y II.
- Addosio, R., Páez, G., Marín, M., Mármol, Z., Ferrer, J. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cascara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener). *Rev. Fac. Agron.* **22**: 240-249.
- Álvarez, J. 2009. Desarrollo de laminas flexibles de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) enriquecidas con calcio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 1990. Official Methods of Analysis. Decima quinta edición. Arlington Virginia, **II**: 914-916.
- Aular, J., Bautista, D., Maciel, N. 1994. Características de la fruta de parchita en tres localidades del Sur del Lago de Maracaibo. *Agron. Trop.* **46 (2)**: 119-127.
- Arias, M.D. 2010. Caracterización físico- químico y sensorial de nabiza y greto (*Brassica rapa* L.). Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Aular, J., Bautista, D., Maciel, N. 1994. Característica de la fruta de parchita en tres localidades de Sur del Lago de Maracaibo. *Agron. Trop.* **46 (2)**: 119-127.

- Aular, J., Rodríguez, Y. 2003. Algunas características físicas y químicas del fruto de cuatro especies de *Passiflora*. *Bioagro*. 16 (2): 137-142.
- Aular, J., Rodríguez, Y., Roa, S. 2004. Características del fruto de cuatro pasifloras de la zona andina venezolana. *Bioagro*. 16 (2): 137-142.
- Aulton, M. E. 2004. Farmacia: la Ciencia del diseño de las formas farmacéuticas. Editorial Elsevier España, S.A., Segunda edición, Génova, Madrid.
- Badui, S. 2006. Química de los alimentos. Editorial Pearson Educación, Cuarta edición, México.
- Baker, R., Wong Hahn, P., Robbins, K. 1988. Fundamentals of new food product development. *Dev. Food Sci.* 16: 1-3.
- Barbosa-Cánovas, G., Vega-Mercado, H. 1996. Dehydratation of foods. Editorial Board, Chapman & Hall, Primera Edición, New York, USA.
- 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.
- Belitz, H., Grosch, W. 1997. Química de los alimentos. Editorial Acribia, Segunda edición. Zaragoza, España.
- Bender, A., Sanz, B. 1973. Nutrición y alimentos dietético. Editorial Acribia, Segunda edición. Zaragoza, España.
- Bernacci, L., Soares-Scott, M., Junqueira, N., Ribeiro, L., Molina, L. 2008. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). *Rev. Bras. Frutic.* 30 (2): 566-576.
- Boatella, J., Codony, R., López, P. 2004. Química y Bioquímica de los alimentos II.

- Publicaciones de la Universidad de Barcelona, Segunda edición, España.
- Brown, T., Bursten, B., Burdge, J. 2004. Química: la ciencia central. Pearson Educación de México, S.A, Novena edición. México.
- Calanche, J. 2009. Influencias culturales en el régimen alimentario del venezolano. *An. Venez. Nutr.* 22 (1): 32-40.
- Calvo, M. 2009. Bioquímica de los Alimentos. Disponible en: <http://www.milksci.unizar.es/bioquimica/uso.html>. [ consulta 10 de Septiembre de 2011]
- Caravasa, F., Castel, J., Guzmán, J., Delgado, M., Mena, Y., Alcalde, M., Gonzales, P. 2003. Bases para la producción animal. Editorial Los autores, Tercera edición. Sevilla, España.
- Cohen, J., Yang, T. 1995. Progress in food dehydration. *Trends Food Sci. Tech.* 6: 20.
- Contreras, J. 2006. Frutas, verduras y hortalizas en la alimentación: una visión antropológica. Pág. 187 en: J. Aranceta y C. Pérez. *Frutas, verduras y salud*. España.
- Córdoba, J. 1987. Manual práctico de frutales. TOA. Número 91-92, Séptima edición, Bogotá, Colombia.
- Corona, M., A. Díaz, G. Páez, J. Ferrer, Z. Mármol, E. Ramones. 1996. Extracción y caracterización de pectina de la corteza de parchita. *Rev. Fac. Agron.* 13(6): 785 - 791.

- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1978. Norma Venezolana 902. Alimentos. Métodos para recuento de microorganismos aerobios en placas de petri (1<sup>ra</sup> revisión). Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio. Caracas. Venezuela. pp. 1-6.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1990. Norma Venezolana 1337. Alimentos. Métodos para recuento de mohos y levaduras en placas de petri (1<sup>ra</sup> revisión). Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio. Caracas. Venezuela. pp. 1-6.
- Czyhrinciw, N. 1969. Tropical fruit Technology. *Adv. Food Res.* **17**: 153-214.
- DeMan, J. 1999. Principles of Food Chemistry. Editorial Springer, Tercera edición, USA.
- Desrosier, N. 1983. Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial C.E.C.S.A, Primera edición, México.
- Dhawan, K., Dhawan, S., Sharma, A. 2004. *Passiflora*: a review update. *J. Ethnopharmacol.* **94**: 1-23.
- Díaz, J., Cagigas, A., Díaz, T. 2005. Hábitos alimentarios y subnutrición en América Central y el Caribe. Pág 639. en: L. Serra y L. Aranceta, J. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, Bases Científicas y Aplicaciones.* Segunda edición. España.
- Eerlingen, R. y Delcour, A. 1995. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *J. Cereal Sci.* **22**: 129 – 138.
- Feitosa, J., Beyruth, L., Araújo, S., Mendonca, V. 2007. Qualidade do maracujá – amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. Mossoró, Brasil. *Catinga.* **20** (3): 196-202.

- Fennema, O. 2000. Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza, España.
- García-Casal, M. 2007. La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población. *An. Venez. Nutr.* 20 (2): 108-114.
- Gliemmo, M., Campos, C., Gerschenson, L., Tamasi, O., Calvino A. 2000. Efecto de Hidrocoloides sobre el dulzor de formulaciones de bajo tenor glucídico. Chapman and Hall, Primera edición, Londres, Gran Bretaña.
- Guada, J. 1993. Efectos del procesado sobre la degradabilidad ruminal de la proteína y almidón. *IX Curso de especialización FEDNA*. p.p: 4.
- Guzmán, P. 1990. Cultivo de la parchita. Editores Espasan, Segunda edición, Caracas, Venezuela.
- Haddad, O., Millan, M. 1975. La parchita maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*). *FONDEFRU. Bull. Tecn.* 2: 82.
- Halle, F., Oldeman, R. 1975. An essay on the architecture and dynamics of growth of tropical trees. Panerbit Universiti Malaya, Primera edición, Kuala Lumpur.
- Harbers, L. 1975. Starch Granule Structural Changes and Amylolytic Patterns in Processed Sorghum Grain. *J. Anim. Sci.* 41: 1496-1501.
- Hoseney, A. 1986. The Biochemistry of Fruits and their Products. Editorial A. Hulme, Tercera edición, USA.
- Hoyos, J. 1994. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencia Naturales La Salle. Segunda edición. Caracas, Venezuela.
- INN. Instituto Nacional de Nutrición. 1999. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Dirección técnica.

División de Investigaciones en Alimentos. Publicación N° 54. Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela.

Jobling, S. 2004. Improving starch for food and industrial applications. *Curr. Opin. Plant Biol.* **7**:210- 218.

Juliano, B. 1985. Polysaccharides, Proteins and Lipids of Rice. Págs 59-160 en: B. Juliano (ed.). Rice chemistry and technology. American Association of Cereal Chemist. USA.

Kaya, S.; Maskan, A.; Maskan, M. 2002. Hot air and sun drying of grape juice and leather (pestil). *J. Food Eng.* **54**. 81 – 88.

Koch, H., Roper, H. 1988. Velvoorde. New Industrial Products from Starch. *Starch-Starke.* **40 (4)**. 121-123.

Krokida M., Karathanos V., Maroulis Z., Marinos-Kouris D. 2003. Drying kinetics of some vegetables. *J. Food Eng.* **59**: 391 - 403.

Labuza, T.; McNally, L.; Gallagher, D.; Hawkes, J. y Hurtado, F. 1972. Stability of Intermediate Moisture Foods. *J. Food Sci.* **37**: 154 - 159.

Martínez, I.; Periago, M.; y Ros, G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Facultad de Veterinaria. Murcia, España. **50(1)**.

Mazzani, E., Pérez, D., Pacheco, W. 2001. Colecta de Passifloras silvestres y cultivadas en zonas altas de los estados Aragua y Miranda. Región centro-norte de Venezuela. *Plant Genetic Resources Newsletter.* **125**: 11-15.

Morton, J. 1987. Passion fruit. Págs: 320-328 en: Julia F. Morton. Fruits of warm climates. Segunda edición, USA.

- Muller, C. 1977. Efeito de doses de sulfato de amônio e de cloreto de potássio sobre a produtividade e a qualidade de maracujás colhidos em épocas diferentes. Tesis de maestría. Universidad Federal de Vicosa. Brasil.
- Murcia, M., Jiménez, A., Parras P., Martínez, M. 2006. Frutas, verduras y hortalizas, fuentes antioxidantes para la prevención de enfermedades. Pág: 165-167 en: Basabe T. Beatriz y col.. Frutas, verduras y salud. Editorial Elsevier, Primera edición, España.
- Nickerson, J. y Sinskey, A. 1978. Microbiología de los Alimentos y sus procesos de Elaboración. Editorial Acribia, Primera edición, Zaragoza, España.
- Nonhebel, G. y Moss, A. 1979. El secado de sólidos en la industria química. Editorial REVERTE, S.A., Primera edición, Barcelona, España.
- Oliveira, J., Ferreira, F., Ruggiero C., Nakamura, K. 1998. Caracterização e avaliação do germoplasma de *Passiflora edulis*. *Análisis del Congreso Brasileiro de Fruticultura*. **9**:591–596.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 1997. Consulta Mixta FAO/OMS de expertos. Roma. pp. 1 – 11.
- OMS. 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, Suiza.
- Pacheco, E., Peñá, J. 2006. Efecto del salvado de arroz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas. *Rev. Fac. Agron.* **23**, (2): 232-242.

- Piza Jr., C. 1966. Cultura do maracujá. Sbc. Agr. Do Estado de Sao Paulo. Departamento de Producao Vegetal. Ser. Bol. Tec. 5. Campinas, pp. 102.
- Potter, N. y Hotchkiss, J. 1995. Food Science. Editorial Chapman and Hall, Tercera edición, USA.
- Rauch, G. 1965. Jam manufacture. Leonard Hill Book, Segunda edición, London, UK.
- Ranganna, S. 1977. Manual of Analysis of Fruits and Vegetable Products. McGraw- Hill, Primera edición, USA.
- Reginald, H. 1991. The chemistry and technology of pectin. Academic Press. II Series, San Diego, USA.
- Rincón, M. 1993. Modificación por extrusión y deshidratación por doble tambor de almidones de granos de amaranto y canavalia. Tesis de Postgrado. Facultad de Ciencias, UCV, Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, S. 1985. Aprovechamiento industrial del mango (*Mangifera indica* L.). Seminario de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, O. 2011. Desarrollo de láminas flexibles de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), con zanahoria (*Daucus carota* var. *Sativus* L), y parchita con remolacha (*Beta vulgaris* L), enriquecidas con calcio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Rooney, L., Pflugfelder, R. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* **63**: 1607-1613.



- Sívoli, L., Michelangeli, C., Méndez, A. 2004. Efecto combinado de la deshidratación en doble tambor y del tostado sobre la Energía Metabolizable Verdadera y factores antinutricionales de harinas de *Canavalia ensiformis*. *Zootecnia Trop.* 22 (3): 241-249.
- Smith, R. 1967. Characterization and analysis of starch en “Starch Chemistry and Technology”. Editorial Academic Press, Primera edición, USA.
- Tofiño, A., Fregene, M., Ceballos, H., Cabal, D. 2006. Regulación de las biosíntesis del almidón en plantas terrestres: perspectivas de modificación. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Torija, M., Cámara, M. 1999. Hortalizas, verduras y frutas. Págs. 413-423 en Hernández M., y Sastre, A. (eds.) *Tratado de nutrición*. Ediciones Díaz de Santos, España.
- UNIPECTINE ®. 1992. “Pectinas. Documento Técnico Sanofi”, Bio- Industries. Paris, Francia.
- <http://www.unipectine.com>. [consulta 12 de octubre de 2011]
- Zeraik, M., Yariwake, J. 2010. Quantification of isoorientin and total flavonoids in *Passiflora edulis* fruit pulp by HPLC-UV/DAD. *Microchem J.* 96:86-91.
- Zobel, H., Alistair, M. 2006. Starch: Structure, Analysis y Application. Págs. 25-87 en Alistair, M., Glyn, O. y Williams, P. *Food Polysaccharides and their Applications*. Editorial Advisory Board. Boca Raton, FL., USA.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Diagrama de las formulaciones probadas para la elaboración de hojuelas de parchita.

