

**Evaluación de las características espesantes
del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis*
var. *flavicarpa*) en la producción de conservas**

Edwin Miguel Rodríguez Díaz

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en la producción de conservas

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Edwin Miguel Rodríguez Díaz

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en la producción de conservas

Presentado por:

Edwin Miguel Rodríguez Díaz

Aprobado:

Jorge A. Cardona, Ph.D.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria Alimentaria

Flor de María Núñez, M.Sc.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Rodriguez Díaz, E.R. 2012. Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en la producción de conservas. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 25 p.

La Planta Hortofrutícola Zamorano, procesa aproximadamente 3,450 kg de maracuyá anualmente y 50% de esto significa de cáscara que contiene componentes que podrían utilizarse para consumo humano, aumentando la rentabilidad del procesamiento de maracuyá. Se utilizó cáscara para obtener mesocarpio pulverizado que fue usado como gelificante en jalea de guayaba. Se evaluó sinéresis, viscosidad, pH, sólidos solubles y color. Además, se realizó un análisis sensorial discriminatorio. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con separación de medias Tukey para analizar mesocarpio pulverizado (1.5 y 2%) comparándolo con pectina comercial (0.25%) a tres niveles de pH (2.2, 3.2 y 4.2) con tres repeticiones para un total de 27 unidades experimentales. Dado que las viscosidades fueron muy elevadas (3.3 y 7.5 veces más comparada con la pectina comercial) en los tratamientos con mesocarpio pulverizado, se procedió a realizar un segundo análisis en jalea de guayaba con concentraciones menores de este ingrediente (0.25 y 0.75%) y pectina comercial (0.25%) con tres repeticiones para un total de 9 unidades experimentales. El mesocarpio pulverizado (0.75%) mostró potencial para generar viscosidades similares a la pectina comercial sin cambiar las características fisicoquímicas (pH, sinéresis, sólidos solubles, ni color) ni sensoriales del producto. Se obtuvo un ingrediente con un costo de L. 85.3/kg (mesocarpio pulverizado) comparado con L. 320/kg de pectina comercial. Se puede reducir hasta en un 5% el costo por tanda de la elaboración de jalea de guayaba. Se recomienda evaluar este ingrediente en otras conservas y la posibilidad de comercializarlo como ingrediente.

Palabras clave: Bajo costo, cáscara, desperdicios, gomas naturales.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES.....	19
5 RECOMENDACIONES.....	20
6 LITERATURA CITADA.....	21
7 ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

		Página
Cuadros		
1.	Cantidad de pectina de diferentes frutos.	5
2.	Composición porcentual del fruto de maracuyá.	7
3.	Rendimiento de cáscara de maracuyá.	7
4.	Comportamiento del pH por tratamiento a través del proceso.	9
5.	Grados Brix por tratamiento a través del proceso.	10
6.	Viscosidad por tratamiento a través del proceso.	11
7.	Efecto de la sinéresis sobre los tratamientos.	12
8.	Análisis proximal de harinas de cáscara de maracuyá por componente.	13
9.	Composición de monosacáridos de los polisacáridos obtenidos a partir del pericarpio maracuyá.	13
10.	Características químicas por tratamiento de jalea de guayaba.	14
11.	Características físicas por tratamiento de jalea de guayaba.	15
12.	Color por tratamiento de jalea de guayaba expresado en L a b.	16
13.	Análisis de costos para un kg de mesocarpio pulverizado de maracuyá.	17
14.	Costos para producción de jalea con pectina comercial.	17
15.	Costos para producción de jalea con mesocarpio pulverizado.	18
Figuras		
1.	Partes del fruto de maracuyá.	8
2.	Condiciones de gelificación de la pectina de alto metóxilo.	11
Anexos		
1.	Flujo de proceso para elaboración del mesocarpio pulverizado de maracuyá. ..	23
2.	Boleta de respuesta para análisis sensorial.	24
3.	Hoja de trabajo para análisis sensorial.	25

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos en la industria alimentaria traen como consecuencia una serie de desechos de toda índole. Los desechos más representativos son los orgánicos que, en gran parte de las veces, aumentan el nivel de contaminación ambiental del lugar donde se procesan alimentos. Entre los residuos orgánicos de mayor importancia y relevancia en el área hortofrutícola se encuentran las cáscaras, las semillas, las pulpas y vegetales que no cumplen con los estándares de calidad, entre otros. (Velez *et al.* 2009). Los cuales representan pérdidas sustanciales. Diversas fuentes indican que los desechos del procesamiento contienen varios componentes como gomas vegetales que son polisacáridos entre los cuales se pueden mencionar pectinas, celulosas y hemicelulosas (Calvo 2009). Análisis demuestran que la cáscara de maracuyá contiene aproximadamente 60% de fibra dietética en base seca ubicada en el mesocarpio, el cual contiene 66.1% de fibra dietética en base seca (Canteri *et al.* 2010). Este subproducto podría ser utilizado para reemplazar a los agentes espesantes que actualmente se utilizan en la industria de conservas como la pectina y goma xanthan.

La pectina comercial se clasifica de acuerdo a su grado de esterificación: de alta esterificación HM (High methoxyl) y de baja esterificación LM (Low methoxyl) (Calvo 2009). En el caso de las pectinas de alto metóxilo (mayor a 50%) requieren pH bajo entre 1.5-3.0, temperaturas elevadas mayores a 75°C y contenido de azúcar expresado en grados Brix de 55-85 (Universidad Nacional de Colombia. 2003). Por otro lado, las de bajo metóxilo tienen mecanismos de acción diferentes de formación de geles es totalmente distinto, ya que la unión entre cadenas se produce a través de iones de calcio, que forman puentes entre las cargas negativas. Este necesita de aproximadamente de 20 a 100 mg de calcio/g de pectina (Baltes 2007). La maracuyá contiene en su mayoría pectinas de alto metóxilo (Addosio *et al.* 2005).

Actualmente, la Planta Hortofrutícola de Zamorano (PHF) desecha el 100% de las cáscaras de maracuyá para ser utilizada posteriormente como materia orgánica. La planta emplea aproximadamente 3,450 kg de maracuyá al año de los cuales más del 50% representan desechos (1,725 kg). Estos desechos pueden contener de 15-35% de pectina en base seca. A principios de los años 80, Brasil ya era el mayor productor mundial de maracuyá y en 1982 exportó 7,784 toneladas de jugo concentrado. En la actualidad el conjunto de países restantes a nivel mundial no alcanza la superficie sembrada con maracuyá de Brasil que, según diversas fuentes, se estima que está entre 24,000 y 40,000 ha. De esta superficie Brasil obtuvo una producción de entre 250,000 y 420,000 toneladas durante los años 90 (Schwentenius y Gómez 1997; FAO 1998). Brasil usa estos desperdicios en su mayoría para materia orgánica y cierto porcentaje menor para producción de pectina.

Debido a todas estas razones, los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar la capacidad espesante de mesocarpio pulverizado de maracuyá.
- Determinar diferencias a nivel sensorial y físico-químico en jalea de guayaba por el uso de mesocarpio pulverizado y pectina comercial.
- Determinar los costos variables de producción del ingrediente a base de mesocarpio pulverizado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. Este estudio se llevó a cabo en la Planta Hortofrutícola Zamorano (PHF), el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y Laboratorio de Evaluación Sensorial, localizados en la EAP, a 30 km. de Tegucigalpa, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Preparación del mesocarpio pulverizado. Se seleccionaron los frutos de maracuyá en buen estado, sin hongos, gusanos o partes en descomposición, en un estado de coloración amarillo. Se lavaron y desinfectaron las frutas, y se les retiró la pulpa y semillas. Se obtuvo la cáscara y posteriormente se procedió a quitar todo el exocarpio de la cáscara para impedir que al final del proceso aportara color indeseable. Se trituró el mesocarpio obtenido en una licuadora industrial (Heavy Duty Blender Waring Comercial) y se le dio tratamiento térmico (10 minutos en agua a 90°C) para inactivar a enzimas pectinasas y evitar la degradación de la pectina (Addosio *et al.* 2005). Posteriormente se procedió a secar el mesocarpio durante 6 horas a una temperatura de 150°C (Secador HARVEST SAVER MODEL HS-R-SS-1-E. SERIAL HS130). Se enfrió la mezcla hasta llevar a temperatura ambiente, luego las muestras fueron transportadas al LAAZ para ser molidas (Molino Thomas Scientific Model 3383-L10) y tamizadas en malla de 60 mesh (Tamiz Tyler) para obtener un producto con granulometría parecida a la pectina comercial (Charchalac Ochoa 2008). Finalmente, se pesó el ingrediente obtenido (Mettler Toledo IND221) y se almacenó a 25 °C hasta su uso.

Preparación de tratamientos. Para el análisis exploratorio, se procedió a la preparación de los tratamientos en situación controlada (pH y sólidos solubles) según las variables a analizar. Se pesó en balanza analítica (Mettler Toledo AE200) los ingredientes secos: azúcar (CANTIDAD) y concentración apropiada de mesocarpio pulverizado de maracuyá (1.5 y 2%) o pectina (0.25%) de acuerdo al diseño experimental. Los ingredientes secos fueron mezclados en agua destilada (300 mL) acidificada (pH de 2.2, 3.2 o 4.2) con ácido clorhídrico (0.1N). Se midió el pH (Potenciómetro Atago DPH-2) de cada tratamiento antes de comenzar el proceso térmico. El proceso seguido fue similar al empleado en la PHF (POE). Se calentó a una temperatura mayor a 80°C (hornilla con agitador magnético CORNING PC 620D), luego se agregó azúcar (30 g) hasta llegar a 10 grados Brix (Refractómetro digital Atago Pocket). Luego, se agregó azúcar (30 g) mezclado con mesocarpio pulverizado de maracuyá o pectina comercial y se volvió a medir el nivel de sólidos solubles (medición intermedia). Se agitó constantemente hasta alcanzar 20 grados Brix. Posteriormente, se agregó el azúcar restante (240 g) y se siguió agitando constantemente hasta llegar a 65 grados Brix.

Los tratamientos para el segundo análisis en jalea de guayaba fueron basados en las formulaciones de la PHF que están regidas bajo regulaciones de la FAO (1998) la cual indica que una jalea o mermelada tiene que contener al menos 45 partes de ingrediente de fruta por cada 55 partes del peso en ingrediente de sacarosa, los cuales son concentrados a un mínimo de 65 grados Brix. Se pesaron los ingredientes secos (azúcar, mesocarpio pulverizado, pectina, ácido cítrico) en una balanza (Mettler Toledo Capacidad de 3 kg). Inicialmente, se concentró el puré de guayaba hasta 12 grados Brix con agitación constante. Posteriormente, se agregó azúcar (70 g) mezclado con mesocarpio pulverizado o pectina y se concentró a 20 grados Brix. Luego, se agregó azúcar hasta tener aproximadamente 66 grados Brix. Finalmente, se procedió a una esterilización (90°C por 20 minutos).

Determinación de propiedades espesantes. La determinación de las propiedades espesantes se llevó a cabo con Reómetro Brookfield DV III utilizando acople LV4 y expresado en 24 RPM a una temperatura promedio de $25.3 \pm 1^\circ\text{C}$. En el análisis exploratorio se evaluó el proceso de gelificación con tres puntos en el proceso al inicio, al agregar azúcar y agente espesantes (mesocarpio pulverizado o pectina), y al finalizar el proceso de concentración de sólidos. Se realizaron 3 mediciones para cada unidad experimental. Para la segunda parte del experimento se utilizó el mismo método anterior con Reómetro Brookfield utilizando acople LV4 y resultados expresados a 1 RPM a una temperatura promedio de $23.4 \pm 0.9^\circ\text{C}$. El muestreo se hizo únicamente en el producto terminado. Los resultados de ambas fases del estudio fueron reportados en (Pa's).

Determinación de sinéresis. La sinéresis es la separación de las fases que componen una mezcla un gel, por lo que el gel pasa de ser una sustancia homogénea a una segregación de componentes sólidos separados y contenidos en la fase líquida (Universidad Nacional de Colombia 2003). Luego de la preparación de los tratamientos, se dejó enfriar por 24 horas, para realizar la prueba de viscosidad. Posteriormente, se almacenó los tratamientos por 48 horas ($25.3 \pm 2^\circ\text{C}$) ya que con el efecto de la agitación de las pruebas de viscosidad se generó ruptura del gel y a las 48 horas de realizada la prueba de viscosidad se procedió a realizar las tomas de purga o sinéresis (Universidad Nacional de Colombia 2003). La determinación de sinéresis fue hecha al igual que en la determinación de propiedades espesantes en tres partes del análisis exploratorio y en el producto final de la segunda fase. Los resultados fueron expresados en porcentaje (%) de pérdida de líquido.

Determinación de color. Este análisis se determinó únicamente en la segunda fase del estudio donde se evaluó la jalea de guayaba. Usando el Colorflex Hunter L a b se evaluó 3 veces cada muestra, para los tres tratamientos y tres repeticiones. Los resultados se expresaron con los valores de L, a y b. Donde L corresponde a la claridad en un rango de 0-100, en donde 0 es negro y 100 es blanco. En el caso del valor a se le asigna verde cuando la medición es negativa y rojo cuando la medición es positiva y en el caso de la variable b los valores van de -60 a 60 atribuyéndole el negativo al azul y amarillo para el positivo.

Análisis sensorial. Se realizó un prueba sensorial discriminatoria de triangulo (jalea comercial y el mejor tratamiento) con un total de 66 panelistas. Se utilizó galletas de soda como vehículo para las jaleas y manzanas verdes como limpiador de paladar. Se generaron 6 combinaciones (ABB, BAA, AAB, BBA, ABA, BAB) Siendo A jalea comercial y B jalea con ingrediente creado. Se presentaron las muestras aleatoriamente para disminuir error humano, el error de lógica y error de tendencia central (Carpenter 2002; Sancho *et al.* 2002). Se utilizó prueba binomial con un $\alpha = 0.001$ para analizar los resultados. Consecuentemente se formularon las hipótesis nula y alternativa para el análisis sensorial. Adicionalmente, se realizó análisis por prueba del Chi cuadrado ($\chi^2 = 7.88$; g.l = 1; P = 0.005) utilizando la ecuación [1], donde χ^2 O es el valor calculado, O es el valor observado y E es el valor esperado según probabilidad. Si el valor observado calculado es menor al de la tabla se acepta hipótesis nula.

$$\chi^2 O = \Sigma (O-E)^2/E \quad [1]$$

Análisis de costos para la producción de mesocarpio pulverizado y comparación de costos variables de jalea de guayaba. Se analizaron los costos en los cuales se incurrió para la producción del ingrediente y se comparó con el precio por kg de pectina comercial. Además se compararon las diferentes formulaciones haciendo las debidas modificaciones y quitando el acido cítrico para el análisis del mesocarpio pulverizado ya que no es necesario.

Diseño experimental exploratorio. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) comparando la pectina comercial (0.25%) contra mesocarpio pulverizado de maracuyá (1.5 y 2%) de la formulación. La evaluación fue realizada a tres niveles de pH (2.2, 3.2 y 4.2) con tres repeticiones para un total de 9 tratamientos y 27 unidades experimentales. Además, se realizaron muestreos durante el proceso de gelificación (3 muestras): Al calentar el agua destilada acidificada (inicial), al agregar la primera parte de los ingredientes secos (intermedia) y al finalizar el proceso (final). Las cantidades de mesocarpio pulverizado fueron mayores (aproximadamente 5 veces más) a la de pectina comercial ya que la cáscara contiene aproximadamente 20% de pectina en Cuadro 1. Se realizó este análisis para determinar el comportamiento del ingrediente en agua destilada antes de emplearlo en una jalea de guayaba. Para este análisis se evaluó: viscosidad, sinéresis, pH y grados Brix.

Cuadro 1. Cantidad de pectina de diferentes frutos.

Fruto	Pectina (%) ¹
Cítricos	20 – 35
Manzana	10 – 15
Girasol	15 – 25
Remolacha	10 – 20
Maracuyá	15 – 20

¹Resultados expresado en base seca del alimento.

Fuente: Herbstreith y Fox (2005).

Diseño experimental en jalea de guayaba. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para comparar la producción de jalea de guayaba con pectina comercial de la planta (0.25%) y la formulación original contra una ingrediente hecho a partir del mesocarpio pulverizado de maracuyá (0.75 y 0.25%). Se realizaron 3 repeticiones para un total de 3 tratamientos y 9 unidades experimentales. Se evaluó las características de viscosidad, color, sinéresis, grados Brix y pH únicamente en el producto final.

Análisis estadístico. Para realizar el análisis estadístico se usó el programa Sistema de Análisis Estadístico (SAS). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con una separación de medias Tukey $P < 0.05$ para establecer diferencias estadísticas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción y composición de la fruta. Los rendimientos obtenidos para el estudio se observan en cuadro 2, comparados con los obtenidos por Serna y Chacón (2000) los cuales indican que el porcentaje en peso húmedo de cáscara son de 50% y después de secar por 6 horas se obtuvo un peso promedio de 7.75 % del peso inicial húmedo del mesocarpio. El rendimiento del mesocarpio fue relativamente bajo ya que no se conto con los equipos adecuados como por ejemplo los molinos, en caso de existir molinos de ciclón se hubiese obtenido rendimiento muy cercanos a los del mesocarpio molido. Los resultados en Cuadro 3 fueron muy similares a los planteados por (García y Alfonso 2002) mostrando que los rendimientos aproximados de la maracuyá deben de ser de 50–60% de cáscara, 30-40% de jugo y 10–15% de semillas, esta ultima puede contener de 20–25 % de aceites y 10% de proteína los que también se relacionan con los obtenidos por (Serna y Chacón 2000).

Cuadro 2. Composición porcentual del fruto de maracuyá.

Descripción	Porcentaje obtenido	Porcentaje promedio
Fruto entero	100	100
Jugo y semillas	47	40-55
Cáscara	53	50-60
Peso seco cáscara	8	7-9
Pectina ¹	N/A	20

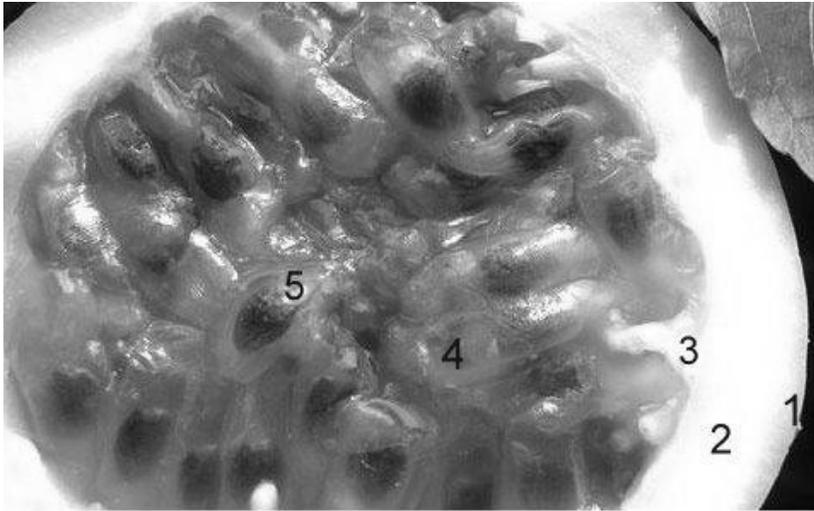
¹Calculado en base seca. N/A no aplica para este estudio.

Fuente: Serna y Chacón (2000), adaptado por autor.

Cuadro 3. Rendimiento de cáscara de maracuyá.

Descripción	Porcentaje obtenido (%)
Cáscara	100
Exocarpio	37.0
Mesocarpio pelado húmedo	63.0
Peso seco mesocarpio ¹	6.30-9.20
Mesocarpio molido ²	98.0
Mesocarpio tamizado ³	50.0-60.0

¹Peso seco del mesocarpio tras 6 horas de secado. ²Porcentaje del peso seco de mesocarpio. ³Porcentaje en base al mesocarpio molido.



1Exocarpio; 2Mesocarpio; 3Endocarpio; 4Pulpa; 5 Semillas

Figura 1. Partes del fruto de maracuyá.

Los resultados del estudio muestran que el pericarpio representa el 47% en fruta fresco, exocarpio 15%, mesocarpio 27% y endocarpio 6%. Para analizar los resultados se utilizó (figura 1) la cual muestra que la parte de interés para el estudio fue el mesocarpio (2), ya que el exocarpio podía aportar sabores extraños y además que el exocarpio posee la característica de impermeabilidad para protección del fruto (García y Alfonso 2002), también podría dar colores indeseables al producto final. Los rendimientos de las distintas partes se pueden observar en el cuadro 2.

Resultados de análisis exploratorio. El comportamiento del pH se observa en el cuadro 4 en el cual los tratamientos a través del proceso muestra que en las mediciones intermedias el pH se mantuvo igual sólo en los tratamientos que se tenía pectina comercial, en el caso de los tratamientos de maracuyá al 1.5 y 2 % de la formulación el pH aumentó a aproximadamente 4-5 al momento de agregar el ingrediente de mesocarpio de maracuyá. Todos los tratamientos tuvieron diferencia significativa $P < 0.0001$ debido a que su pH inicial era diferente. En el caso de las mediciones finales los tratamientos con el ingrediente producido mantuvieron su pH igual al pH intermedio. En el caso de la pectina comercial en la medición final, los tratamientos aumentaron su pH en aproximadamente 1 del pH intermedio para los tratamientos de 2.2 y 3.2 de pH inicial y manteniéndose en el tratamiento con pH inicial de 4.2. Según análisis de pH realizado al polvo (AOAC 943.02) utilizando 10% del polvo en 100ml de agua destilada en el cual se logro obtener un pH de aproximadamente 5.2 lo cual nos lleva a concluir que el pH tiende a aumentar por causa de la adición del ingrediente. En los tratamientos de mesocarpio pulverizado (1.5 y 2%) a un pH de 3.2 y 4.2 fueron iguales estadísticamente. Según Calvo (2009), el pH de una solución aumenta debido a la presencia de compuestos alcalinos.

Cuadro 4. Comportamiento del pH por tratamiento a través del proceso.

Fuentes	Concentración (%)	pH		
		Inicial Media \pm D.E. ⁶	Intermedio ¹ Media \pm D.E.	Final ² Media \pm D.E.
Mesocarpio ³	2	2.20 \pm 0.00 ^a	4.10 \pm 0.10 ^{dc}	4.17 \pm 0.06 ^b
		3.20 \pm 0.00 ^a	4.63 \pm 0.06 ^a	4.63 \pm 0.06 ^a
		4.20 \pm 0.00 ^a	4.47 \pm 0.15 ^{ab}	4.73 \pm 0.06 ^a
Mesocarpio ³	1.5	2.20 \pm 0.00 ^a	3.93 \pm 0.06 ^d	3.97 \pm 0.06 ^{bc}
		3.20 \pm 0.00 ^a	4.57 \pm 0.05 ^{bc}	4.60 \pm 0.00 ^a
		4.20 \pm 0.00 ^a	4.33 \pm 0.12 ^{ab}	4.53 \pm 0.12 ^a
Pectina ⁴	0.25	2.20 \pm 0.00 ^a	2.20 \pm 0.00 ^f	2.93 \pm 0.12 ^d
		3.20 \pm 0.00 ^a	3.23 \pm 0.06 ^e	3.90 \pm 0.10 ^c
		4.20 \pm 0.00 ^a	4.20 \pm 0.00 ^d	4.03 \pm 0.21 ^{bc}
CV ⁵ (%)	0	2.09	2.06	

¹pH tomado al momento de agregar la pectina y el 10% del azúcar. ²pH tomado al momento de culminar la prueba. ³Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ⁴Pectina comercial. ⁵Coefficiente de variación. ⁶Desviación estándar. ^{abcdef}Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

Según resultados del cuadro 5 las mediciones intermedias y finales fueron diferente estadísticamente, siendo los tratamientos con pectina obtuvieron las mediciones más altas, a todos los tratamientos se le agregó la misma cantidad de azúcar hasta esta etapa la cual fue de 20 % de las cantidad total del azúcar, las diferencias pudieron deberse a que no se tuvo un control del tiempo para cada tratamiento además los tratamientos fueron realizados en varias hornillas agitadoras en las cuales se pudo detectar que no calentaban a la misma rapidez. Sin embargo, las mediciones finales no fueron estadísticamente significativas lo que nos indica que al ser una variable de estudio según la (FAO 1998; FDA 2011) la cual estipula que en el proceso se debe concentrar la jalea a una cantidad aproximada de 65-66 grados Brix finales. El aumento en los grados Brix es debido a la incorporación de azúcar al proceso (Duward 2007).

A medida que se tomaron las mediciones iniciales no se pudo encontrar diferencia estadística. Los tratamientos fueron iniciados con agua destilada según Cuadro 6, con relación a la segunda medición (intermedia) se pudo encontrar diferencias significativas, entre los tratamientos del mesocarpio de maracuyá ya que al momento de agregar el ingrediente las viscosidades aumentaron dramáticamente en los tratamientos de 1.5 y 2% de mesocarpio pulverizado, esto nos indica que las viscosidades obtenidas por el mesocarpio no se debieron a la pectina existente en el mesocarpio ya que su comportamiento requiere alcanzar la temperatura crítica de gelificación mayor a 80°C y luego en la fase de enfriamiento inicia la absorción de agua (Universidad Nacional de Colombia 2003). Además, existe la posibilidad de que existan pectinas de bajo metóxilo y

cantidades elevadas de calcio para que exista una gelificación de estas pectinas. En cuanto al tratamiento control de 0.25% de pectina industrial no existió diferencia significativa ya que la pectina no contaba con las condiciones adecuadas para su gelificación (Calvo 2009 y figura 2). Analizando las viscosidades finales se puede discutir que las viscosidades en los tratamientos de maracuyá de 1.5 y 2% continuaron aumentando sin importar el pH al que se encontrarán. La viscosidad de los tratamientos con mesocarpio pulverizado aumentó 3.3 y 7.5 veces más que la pectina comercial (1.5 y 2%, respectivamente). Por otro lado la pectina comercial sólo logro gelificar el tratamiento con condiciones adecuadas de pH<3.7, grados Brix (55-85) y temperatura mayor a 85°C (Calvo 2009, Universidad Nacional de Colombia 2003). El tratamiento con pectina comercial a pH 3.2 no gelificó probablemente porque su pH final (3.90 y 4.2) este era superior al ideal que necesitaba la pectina. El fluido mostró un comportamiento reológico de tipo pseudoplástico. El factor más influyente fue la concentración de agente espesante (P<0.01) seguido del pH (P=0.04).

Cuadro 5. Grados Brix por tratamiento a través del proceso.

Fuentes	Concentración (%)	pH inicial	Grados Brix (%)		
			Inicial ¹ Media ± D.E. ⁶	Intermedio ² Media ± D.E.	Final ³ Media ± D.E.
Mesocarpio ³	2	2.2	0.00 ± 0.00 ^a	16.9 ± 0.26 ^c	65.2 ± 0.12 ^a
		3.2	0.00 ± 0.00 ^a	16.7 ± 0.30 ^c	65.3 ± 0.25 ^a
		4.2	0.00 ± 0.00 ^a	17.1 ± 0.12 ^{abc}	65.4 ± 0.23 ^a
Mesocarpio ³	1.5	2.2	0.00 ± 0.00 ^a	16.8 ± 0.93 ^c	65.9 ± 0.49 ^a
		3.2	0.00 ± 0.00 ^a	16.9 ± 0.15 ^{abc}	65.1 ± 0.15 ^a
		4.2	0.00 ± 0.00 ^a	17.0 ± 0.29 ^{abc}	65.9 ± 0.15 ^a
Pectina ⁴	0.25	2.2	0.00 ± 0.00 ^a	18.1 ± 0.15 ^a	65.3 ± 0.60 ^a
		3.2	0.00 ± 0.00 ^a	17.7 ± 0.40 ^{abc}	65.3 ± 0.56 ^a
		4.2	0.00 ± 0.00 ^a	18.0 ± 0.15 ^{ab}	65.4 ± 0.40 ^a
CV ⁵ (%)			0.00	2.30	0.59

¹Grados Brix de agua destilada. ²Grados Brix al momento de agregar la pectina y el 10% del azúcar.

³Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ⁴Pectina comercial. ⁵Coefficiente de variación. ⁶Desviación estándar.

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

Los resultados obtenidos con la pectina comercial en Cuadro 6 se asemejan a los planteados por la (Universidad Nacional de Colombia 2003) (figura 2) los cuales muestran que las condiciones ideales para la gelificación de la pectina son pH ácidos, grados Brix (SS) mayores a 60, y por su puesto dependerá del grado de esterificación (alto o bajo) que pueda ser la pectina. A medida que existe un incremento en el pH se requiere mayor cantidad de sólidos solubles para lograr la gelificación hasta un pH >3.7 en el cual

no se logra una gelificación. El único resultado que aplica a los resultados es la relación del tratamiento con pectina comercial a 2.2 de pH, el cual según la grafica tiene las condiciones para gelificar los demás tratamientos de pectina no lograron gelificar debido a que su pH era 3.9 y 4.03 para los tratamientos con pH de 3.2 y 4.2 respectivamente.

Cuadro 6. Viscosidad por tratamiento a través del proceso.

Fuentes	Concentración (%)	pH inicial	Viscosidad (Pa·s)		
			Inicial ¹ Media ± D.E. ⁶	Intermedia ² Media ± D.E.	Final Media ± D.E.
Mesocarpio ³	2	2.2	0.001 ± 0.00 ^a	16.7 ± 0.91 ^a	21.3 ± 0.89 ^a
		3.2	0.001 ± 0.00 ^a	17.1 ± 0.23 ^a	21.3 ± 2.22 ^a
		4.2	0.001 ± 0.00 ^a	17.3 ± 1.68 ^a	20.9 ± 1.50 ^a
Mesocarpio ³	1.5	2.2	0.001 ± 0.00 ^a	5.38 ± 0.14 ^b	9.10 ± 0.69 ^b
		3.2	0.001 ± 0.00 ^a	5.84 ± 0.47 ^b	6.80 ± 0.56 ^b
		4.2	0.001 ± 0.00 ^a	5.57 ± 0.01 ^b	9.20 ± 1.04 ^b
Pectina ⁴	0.25	2.2	0.001 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^c	2.80 ± 0.26 ^c
		3.2	0.001 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^c	0.91 ± 0.08 ^c
		4.2	0.001 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^c	0.63 ± 0.06 ^c
CV ⁵ (%)			0	8.50	10.46

¹Viscosidad de agua destilada. ²Viscosidad al momento de agregar pectina y el 10% del azúcar. ³Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ⁴Pectina comercial. ⁵Coefficiente de variación. ⁶Desviación estándar. ^{abc}Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

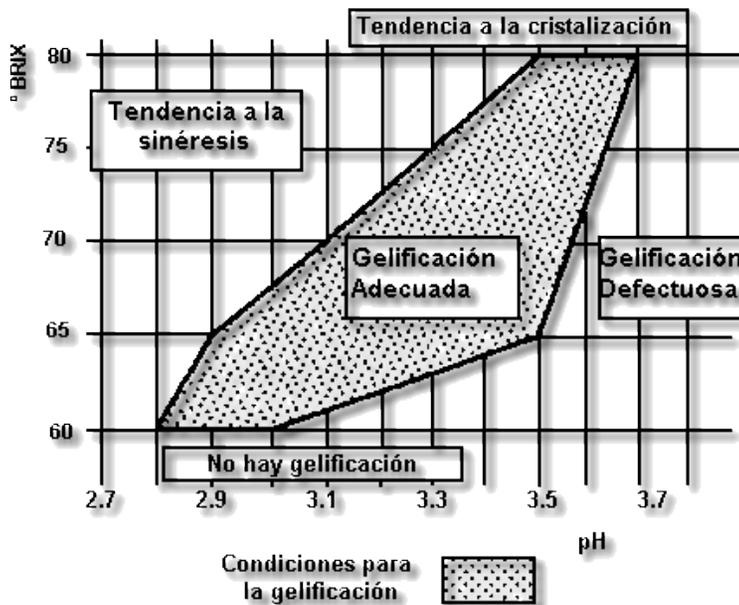


Figura 2. Condiciones de gelificación de la pectina de alto metóxilo.
Fuente: Universidad Nacional de Colombia 2003, adaptado por autor.

Se puede analizar los resultados en (cuadro7) simultáneamente con los resultados del análisis de viscosidad realizado en el cuadro 6, siendo la sinéresis de 100% la peor y 0% la mejor. Los tratamientos de pectina comercial que no contaban con las condiciones según (Calvo 2009) de pH y grados Brix en las mediciones intermedias y tratamiento con pH de 3.2 y 4.2 planteadas anteriormente. Todos los tratamientos de maracuyá no obtuvieron producción de sinéresis en las mediciones intermedias y finales. Los resultados fueron significativos para el tratamiento control de pH 2.2 sólo en la medición final e intermedia ya que contaba con las condiciones antes mencionadas por (Calvo 2009). La significancia para todos los tratamientos de maracuyá a partir de la medición intermedia y finales fueron de $P < 0.001$.

Cuadro 7. Sinéresis por tratamiento a través del proceso.

Fuentes	Concentración (%)	pH inicial	Sinéresis (%)		
			Inicial ¹	Intermedia ² Media \pm D.E. ⁷	Final ³ Media \pm D.E.
Mesocarpio ⁴	2	2.2		0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
		3.2		0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
		4.2		0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
Mesocarpio ⁴	1.5	2.2	N/A ⁸	0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
		3.2		0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
		4.2		0.00 \pm 0.00 ^b	0.00 \pm 0.00 ^b
Pectina ⁵	0.25	2.2		100 \pm 0.00 ^a	0.00 \pm 0.00 ^b
		3.2		100 \pm 0.00 ^a	100 \pm 0.00 ^a
		4.2		100 \pm 0.00 ^a	100 \pm 0.00 ^a
CV ⁶ (%)				0	0

¹Agua destilada. ²Sinéresis tomada al agregar gelificante. ³Sinéresis tomada 2 días después de realizada prueba de viscosidad. ⁴Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ⁵Pectina comercial. ⁶Coefficiente de variación. ⁷Desviación estándar. ^{abc}Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$). ⁸No aplica, agua destilada no tiene sinéresis.

Analizando las viscosidades las cuales fueron elevadas se puede relacionar con (cuadro 8) en el cual se puede observar un análisis proximal realizado por (Canteri *et al.* 2010). Los cuales muestran que el contenido de fibra dietaría total del mesocarpio de la cáscara de maracuyá es de aproximadamente 66.1%. Lo que puede estar ocasionando las viscosidades tan elevadas. Lo que también se puede observar que tiene cantidades de cenizas de 7.1% dentro de las cuales pueda existir contenido de calcio lo cual es uno de los principales parámetros para que las pectinas de bajo metóxilo puedan gelificar siempre y cuando contenga cantidades de 20-100 mg de calcio/g de pectina (Calvo 2003).

Cuadro 8. Análisis proximal de harinas de cáscara de maracuyá por componente.

Análisis	Exocarpio Media \pm D.E. ¹	Mesocarpio Media \pm D.E.	Endocarpio Media \pm D.E.	Pericarpio Media \pm D.E.
Proteína (%)	4.30 \pm 0.21 ^a	3.10 \pm 0.21 ^c	13.1 \pm 0.11 ^b	3.70 \pm 0.20 ^d
Grasa (%)	0.50 \pm 0.10 ^a	0.60 \pm 0.20 ^c	1.31 \pm 0.30 ^b	0.70 \pm 0.11 ^c
Cenizas (%)	6.60 \pm 0.31 ^a	7.10 \pm 0.61 ^c	9.36 \pm 0.40 ^b	7.41 \pm 0.21 ^c
Sacáridos (%) ²	27.5	23.0	28.5	23.1
Total fibra dietaria (%)	61.0 \pm 4.01 ^b	66.1 \pm 0.60 ^a	48.5 \pm 1.50 ^c	65.7 \pm 3.21 ^a
Humedad (%)	4.50 \pm 0.11 ^a	6.10 \pm 0.63 ^b	6.13 \pm 0.41 ^b	4.30 \pm 0.60 ^a
Valor energético (kJ/g)	11.0	11.0	11.0	10.0

¹Desviación estándar. ²Por diferencia. ^{abc}Valores en filas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

Fuente: Canteri *et al.* 2010.

Los análisis realizados por Canteri *et al.* (2010) en cuadro 9 nos llevan a concluir que el contenido de monosacáridos encontrados en la cáscara de la maracuyá es muy variable en comparación al ingrediente puro de pectina ya que este según (Calvo 2009) muestra que la pectina de alto metóxilo está compuesta por ácido galacturónico en mayor porcentaje, ramnosa, xilosa y arabinosa, comparando con este estudio realizado por Canteri *et al.* (2010) el cual muestra que se encuentran muchos más componentes además de los antes mencionados anteriormente los cuales contiene la pectina, dada esta diferencia en el mesocarpio puede formar una matriz más compleja capaz de retener agua similar a la pectina.

Cuadro 9. Composición de monosacáridos de los polisacáridos obtenidos a partir del pericarpio maracuyá.

Monosacáridos	Exocarpio [mg/g] Media \pm D.E. ¹	Mesocarpio [mg/g] Media \pm D.E.	Endocarpio [mg/g] Media \pm D.E.
Ramnosa	3.70 \pm 0.61	3.10 \pm 0.40	5.70 \pm 0.10
fructosa	2.30 \pm 0.15	3.40 \pm 0.40	1.40 \pm 0.15
Arabinosa	23.4 \pm 1.82	15.2 \pm 2.60	6.60 \pm 0.20
Xilosa	133 \pm 7.44	31.8 \pm 3.20	15.9 \pm 0.50
Manosa	18.1 \pm 1.72	32.3 \pm 2.70	20.4 \pm 1.00
Galactosa	23.4 \pm 1.91	27.6 \pm 4.10	10.8 \pm 0.30
Glucosa	230 \pm 18.7	297 \pm 15.0	239 \pm 5.61
Celulosa	136 \pm 12.3	116 \pm 66.0	180 \pm 10.5
Acido anhidrouónico	120 \pm 6.10	210 \pm 14.4	142 \pm 3.01
Total monosacáridos	555 \pm 29.7	620 \pm 42.2	442 \pm 10.5

¹Desviación estándar.

Fuente: Canteri *et al.* 2010.

Según los resultados obtenidos en este análisis exploratorio se concluye que si existió diferencia entre los tratamientos, no obstante estos no se puede utilizar porcentajes planteados para la jalea de guayaba ya que las viscosidades fueron de 3.3 y 7.5 veces más para los tratamientos de 1.5 y 2% respectivamente, el pH no tuvo influencia entre los tratamientos de mesocarpio pulverizado de maracuyá para lograr un aumento en su viscosidad lo contrario ocurrido cuando se utilizo la pectina comercial ya que sólo gelificó el tratamiento con pH final menor a 3, relacionando estos resultados con los planteos por Calvo 2009 y Universidad Nacional de Colombia 2003. Los resultados no se pueden aplicar en su totalidad en la jalea de guayaba ya que la matriz es más compleja ya que sólo fue agua destilada. Por consiguiente se decide realizar otro análisis BCA empleando 0.25 y 0.75% de la formulación realizando 3 repeticiones para ser comparada con la pectina de la planta analizando color, sinéresis, viscosidades y grados Brix y pH evaluando medición final para todas las características. El tratamiento que resulte más parecido a la jalea de guayaba empleando la pectina de la planta será seleccionado para el análisis sensorial.

Producción de jalea de guayaba. Según análisis inicial realizado se utilizaron porcentajes de 1.5, 0.75 y 0.25% de la formulación con mesocarpio pulverizado los cuales fueron evaluados en el laboratorio de análisis de alimentos en los cuales de obtuvieron viscosidades muy elevadas en el tratamiento de 1.5% por lo cual se analizaron los tratamientos de 0.75 y 0.25% para el análisis en jalea de guayaba.

Los tratamientos fueron diferentes estadísticamente en cuadro 10 debido al contenido de ácido cítrico requerido por la pectina para mantener su viscosidad para lograr la gelificación (Figura 2) el cual no fue utilizado en los tratamientos de mesocarpio de maracuyá ya que este no necesitaba pH ácido para mantener su viscosidad según los resultados obtenidos en el cuadro 4 y Figura 2. Los tratamientos fueron estadísticamente iguales (cuadro 10) siendo la cantidad de grados Brix cercana a la producida en la planta de 66 ° Brix y cumpliendo con la regulación del código de regulaciones federales de los Estados Unidos de Norteamérica (FDA 1998) la cual plantea que para una formulación de jalea una o mermelada deben contener al menos 45 partes de ingrediente de fruta por cada 50 partes del peso en ingrediente de sacarosa y luego esta es concentrada hasta 65-66 grados Brix.

Cuadro 10. Características químicas por tratamiento de jalea de guayaba.

Fuentes	Concentración (%)	pH final ¹ Media ± D.E. ⁶	Grados Brix final ² Media ± D.E.
Mesocarpio ³	0.75	4.0 ± 0.06 ^a	65.87 ± 0.55 ^a
Mesocarpio ³	0.25	4.0 ± 0.00 ^a	65.73 ± 0.32 ^a
Pectina ⁴	0.25	3.3 ± 0.00 ^b	65.53 ± 0.40 ^a
CV ⁵ (%)		0.88	0.48

¹pH al momento de culminar la prueba. ²Grados Brix al momento de culminar la prueba. ³Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ⁴Pectina comercial. ⁵ Coeficiente de variación. ⁶Desviación estándar. ^{ab} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

Análisis realizado de viscosidad a la jalea de guayaba mostrado en cuadro 11 muestra que el tratamiento con pectina comercial no lograba gelificar por la baja cantidad de ingrediente que se usaba ya que la formulación de la planta está diseñada para una tanda de 63 kg aproximadamente, dado a que la pectina comercial no lograba gelificar luego de enfriar se tomo la decisión realizar los análisis de laboratorio y sensorial con jalea ya producida en la planta siendo los frascos de un mismo número de lote y fecha de fabricación. Según los resultados la desviación estándar de la jalea con pectina comercial fue menor con relación al ingrediente de maracuyá. A un porcentaje de 0.25% de la formulación se logro obtener la mitad de la viscosidad deseada y con pruebas realizadas a 1.5% de la formulación no se podía ni siquiera sacar el producto de la marmita, dado al problema anterior se procedió a realizar el análisis con 0.25 y 0.75%, a este ultimo porcentaje las viscosidades fueron estadísticamente iguales con 545.7 Pa·s para la jalea con ingrediente y 629.7 Pa·s para la jalea con pectina comercial.

Se puede apreciar que los tratamientos no tuvieron sinéresis en ninguno de los casos (cuadro 11) debido a que el tiempo fue insuficiente para generar sinéresis. En el caso de los tratamientos. Además Duward (2007), y Universidad Nacional de Colombia (2003), indican que una jalea produce sinéresis cuando se somete a ruptura del gel por algún tipo de fuerza, los cual nos lleva a concluir que luego de realizada la prueba de viscosidad la fuerza fue insuficiente para generar ruptura del gel.

Cuadro 11. Características físicas por tratamiento de jalea de guayaba.

Fuentes	Concentración (%)	Viscosidad final ¹ (Pa·s) Media ± D.E. ⁶	Sinéresis final (%) ² Media ± D.E.
Mesocarpio ³	0.75	546 ± 73.4 ^a	0.00 ± 0.00 ^a
Mesocarpio ³	0.25	300 ± 41.6 ^b	0.00 ± 0.00 ^a
Pectina ⁴	0.25	630 ± 4.69 ^a	0.00 ± 0.00 ^a
CV ⁵ (%)		7.80	0

¹Grados Brix al momento de culminar la prueba. ²Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ³Pectina comercial. ⁴Coefficiente de variación. ⁵Desviación estándar. ^{ab}Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

Se puede concluir en cuadro 12 que la adición el ingrediente no tuvo ningún efecto sobre el color lo cual es relativamente bueno ya que al agregar este ingrediente no existió cambio en las características del producto. No existió cambio en color debido a que sólo se agrego 0.75% de mesocarpio pulverizado de maracuyá que al mezclarse con más de 50 veces su peso en puré de guayaba existió una mezcla la cual no fue perceptible por el Colorflex Hunter.

Cuadro 12. Color por tratamiento de jalea de guayaba expresado en L a b.

Fuentes	Concentración (%)	L	a	b
		Media \pm D.E. ⁴	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
Mesocarpio ¹	0.75	20.5 \pm 0.26 ^a	17.1 \pm 0.08 ^a	10.7 \pm 0.09 ^a
Mesocarpio ¹	0.25	20.5 \pm 0.05 ^a	17.1 \pm 0.01 ^a	10.7 \pm 0.02 ^a
Pectina ²	0.25	20.3 \pm 0.63 ^a	16.7 \pm 0.63 ^a	10.5 \pm 0.26 ^a
CV ³ (%)		1.58	2.28	1.25

¹Mesocarpio pulverizado de maracuyá. ²Pectina comercial. ³Coefficiente de variación; ⁴Desviación estándar. ^{abc}Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

El tratamiento seleccionado para el análisis sensorial fue el tratamiento con 0.75% de mesocarpio de maracuyá ya que este tratamiento genero viscosidad igual estadísticamente con una media 545.7 Pa·s para el tratamiento de maracuyá y 629.7 Pa·s para el tratamiento con pectina comercial, además no existió diferencia de color, las sinéresis por tratamiento no fueron significativas con 0% de sinéresis en todos los tratamiento además de contener grados Brix similar.

Análisis sensorial. Utilizando el análisis de prueba binomial para un total de 66 panelistas se logró obtener 32 respuestas correctas y 34 respuestas incorrectas, se obtuvo que 32 < 35, se puede concluir que las muestras son iguales ya que 32 respuestas correctas son menores al comparar con el valor de la tabla de 35 a una probabilidad de 0.001. Los panelistas no fueron capaces de detectar diferencias entre la jalea de guayaba producida en la planta con pectina comercial y jalea de guayaba producida con el ingrediente de mesocarpio pulverizado de maracuyá.

Análisis de costos. A continuación se muestran los costos de producción por kilogramo de ingrediente en Cuadro 13, estos costos totales de L.85.3/kg, los costos más significativos para la fabricación del ingrediente fueron el secado representando 55.9% del precio seguido de la mano de obra que representa el 42% del precio. Ciertos problemas en la producción del ingrediente se generaron ya no se contó con molino de ciclón para aprovechar el mayor porcentaje posible de mesocarpio molido, la mayor cantidad de material con las mismas características del polvo no paso el tamiz de 60 mesh el cual tuvieron un rendimiento promedio de 55% como muestra el cuadro 3. Las actividades más relevantes fueron el secado y pelado de la cáscara la cual requiere más tiempo para poder quitar todo el exocarpio. Teniendo en cuenta el problema que no se tuvo un molino de ciclón los costos se podrían reducir a la mitad ya que se requiere menor cantidad de producto pelado para obtener un mayor porcentaje en la molienda del mesocarpio de maracuyá. Independientemente de lo anterior se pudo producir un ingrediente más económico de L.85.3/kg que el actualmente utilizado en la PHF el cual tiene un costo de L.320.0/kg. El uso de este ingrediente implicaría una reducción de L.234.7/kg de pectina utilizado en jalea de guayaba. Los costos de producción de este

ingrediente se pueden reducir aún más si se aplican las mejoras a los problemas antes planteados.

Cuadro 13. Análisis de costos para un kg de mesocarpio pulverizado de maracuyá.

Descripción	Unidad	Costo unitario (L.)	Utilizado	Total (L.)	Porcentaje
Licuada industrial	Hora	0.35	0.30	0.11	0.13
Molienda	Hora	1.28	1.00	1.28	1.50
Deshidratador	Hora	7.95	6.00	47.7	55.9
Mano de obra	Hora	24.2	1.50	36.3	42.5
Total				85.3	100

Precios expresados en Lempiras (L.). Tasa de cambio (L. 19.92)

Según los resultados de los cuadros 14 y 15 se puede generar una disminución de L. 34.8/tanda, estimándose una producción de 102 tandas/año. Se podría tener una reducción de 3,547 L/año. Esto sólo aplica para la producción de jalea de guayaba. Además de tener un valor agregado de producto 100% natural. Según datos obtenidos en la PHF en 2011 existió una recepción de 3,350 kg de fruto entero de maracuyá generando 1,725 kg de cáscara como subproducto de los cuales el 24% representa el exocarpio, dejando una cantidad aproximada de 1,308 kg de mesocarpio de maracuyá húmedo los cuales representarían una oportunidad de producción de 117 kg mesocarpio pulverizado de maracuyá.

Cuadro 14. Costos para producción de jalea con pectina comercial.

Ingrediente	Unidad	Cantidad	Pectina comercial	
			Precio (L.)	Costo Total (L.)
Ácido cítrico	kg	0.18	27.4	4.93
Agua	kg	0.20	0.00	0.00
Azúcar	kg	33.0	12.7	420
Agente gelificante	kg	0.15	320	48.0
Puré Guayaba	kg	30.0	10.8	325
Total				792

Tasa de cambio equivalente a un dólar (L. 19.92).

El uso de ácido cítrico en la jalea de guayaba (Cuadro 15) no es necesario ya que sin importar el pH de la jalea ya que el ingrediente gelificará igual en todos los casos. Pero en el caso de la pectina comercial es necesario pH ácido de acuerdo a condiciones necesarias para su gelificación de pH de 3.1-3.7 (Universidad Nacional de Colombia 2003). Se puede observar una reducción de L. 34.8/tanda al usar este ingrediente en la PHF.

Cuadro 15. Costos para producción de jalea con mesocarpio pulverizado.

Ingrediente	Unidad	Cantidad	Mesocarpio pulverizado	
			Precio (L.)	Costo Total (L.)
Ácido cítrico	kg	-	-	-
Agua	kg	0.20	0.00	0.00
Azúcar	kg	33.0	12.7	420
Agente gelificante	kg	0.45	85.3	38.4
Puré Guayaba	kg	30.0	10.8	325
Total				758

Tasa de cambio equivalente a un dólar (L. 19.92).

4. CONCLUSIONES

- En este estudio se pudo producir un ingrediente a base de mesocarpio pulverizado que logró funcionar como agente espesante en conservas.
- Las características físico-químicas del ingrediente fueron diferentes a la pectina comercial en el análisis exploratorio.
- Al reemplazar mesocarpio pulverizado por pectina en la formulación de jalea de guayaba se logró obtener viscosidades similares sin afectar el color, contenido de sólidos solubles y sinéresis.
- No se detectaron diferencias a nivel sensorial entre los tratamientos evaluados.
- Se logró producir un ingrediente que no afectó las características físico-químicas ni sensoriales de la jalea de guayaba a un costo de L. 85.3/kg representando una reducción de 5% del costo de producción por tanda de jalea de guayaba.
- El uso de este nuevo ingrediente puede traer ahorros de al menos L. 3,546/año a la planta.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar molino de ciclón para pruebas futuras para aumentar el rendimiento del mesocarpio pulverizado de maracuyá ya que al tamizar se obtiene sólo el 50 %.
- Emplear este ingrediente en otros productos de la planta para analizar su comportamiento y expandir su posible uso en la planta.
- Para pruebas futuras agregar el ingrediente cuando se esté culminando la preparación ya que la viscosidad aumenta poco tiempo después agregar el ingrediente.
- Se debe extender el tiempo de evaluación del producto mediante pruebas de laboratorio de vida útil para analizar el comportamiento de ambos productos y lograr determinar si mantiene su viscosidad como la pectina comercial.

6. LITERATURA CITADA

Addosio, R.D., G. Páez, M. Marín, Z. Mármol y J. Ferrer. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* v. *flavicarpa* Degener). Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Apartado 526. Maracaibo 4001-A, Venezuela. Consultado 20 Septiembre de 2012

Andrade, R.D., F.A. Ortega, E.J. Montes, R. Torres, O.A. Perez, M. Castro y L.A. Gutiérrez. 2009. Caracterización Físicoquímico y reológico de la pulpa de guayaba de (*Psidium Guajava* L.) Variedades Híbrido de Klom Sali, Puerto Rico, D14 y Red. Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Consultado 20 Septiembre de 2012.

Calvo, M. 2009. Bioquímica de los Alimentos. (en línea). Consultado 15 Agosto. 2012.

Canteri M.H., A. Scheer, C. Petkowicz, C. Ginies, C. Renard y G. Wosiacki. 2010. Physicochemical composition of the yellow passion fruit pericarp fractions and respective pectic substances. Journal of Food and Nutrition Research Vol. 49, 2010, No. 3, pp. 113–122. Consultado 14 agosto 2012.

Canteri S., M.H. Ramos, N. Waszczyński y G. Wosiacki. 2005. Extraction of pectin from apple pomace. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 48, n. 2: pp 259-266.

Carpenter R. 2002. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. España. Acribia. 191p.

Charchalac Ochoa, L.R. 2008. Efecto del agente de extracción y tiempo de hidrólisis ácida en el rendimiento de pectina de cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. 23 p.

Chaplin, M. 2008. Pectin (en línea). UK. Consultado 14 agosto 2012. Disponible en. <http://www.lsbu.ac.uk/water/hypec.html>

Durward, S., (2007). Jaleas de Frutas. Universidad de Nebraska. Consultado 14 octubre 2012.

FDA, 1998. CFR – Code of Federal Regulations Title 21. Sec. 150.160 Fruit preserves and jams. Consultado 04/10/2012. <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=150.160>

FAO, 2010 Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas, proyecciones al año 2010, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consultado 01/7/2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s00.htm#Contents>

García, T. y M. Alfonso. 2002. Guía técnica. Cultivo de maracuyá. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador. Consultado 28/09/2012.

Guidi, A., A. Quiroga y M. Zyla. 2010. Obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá mediante hidrólisis ácida. Consultado 15 agosto 2012.

Herbstreith y Fox. 2001. Cloud stabilisation of pineapple and passion fruit juice as well as nectars produced from concentrate. Neuenbürg, AL. Technical Application Information. 13 p.

Herbstreith y Fox. 2005. The specialists for pectin. (Online) Neuenbürg, AL. Edition 2/8. 33 p. Consultado 15/08/2012.

Orellana, R.A. 1999. Producción y comercialización de jaleas naturales. Empresa HONDUFUT. Zamorano Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Consultado 15/08/2012.

Sancho, J., Bota, E., De Castro, J.J. 2002. Análisis sensorial de los alimentos. Primera impresión. México. ALFAOMEGA. 335 p.

Schwentenius R.R. y Gómez, M.A. 1997. El maracuyá fruta de la pasión, situación y tendencias de la producción y el comercio en México y en el mundo. (En línea). Consultado 16/09/2012. 226 p.

Serna, J. y Chacón, C. 2000. El Cultivo del maracuyá. Bogotá, CO. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 32 pp.

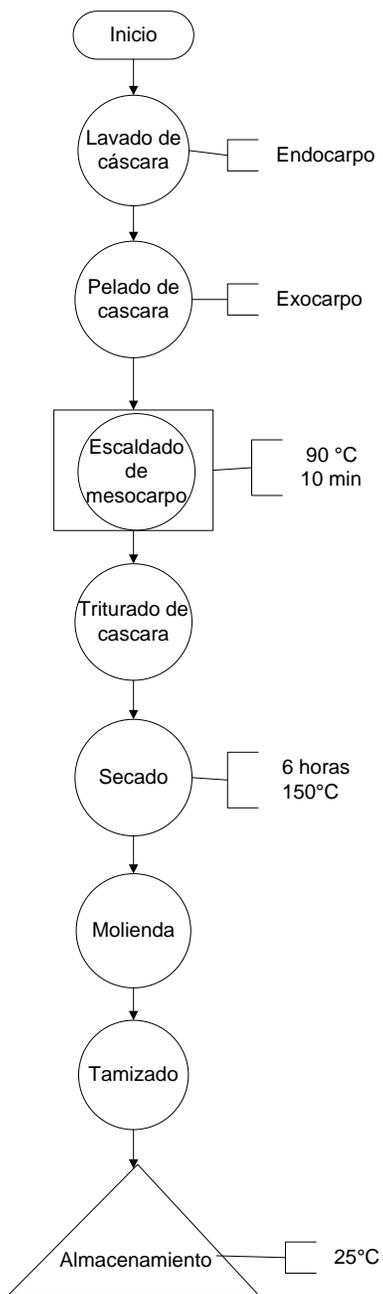
Singthong, J. S. Ningsanond, S.W. Cui, H.D. Goff y P.J. Phillips. 2005. Extraction and physicochemical characterization of Krueo Ma Noy pectin, Journal Elsevier, Food Hydrocolloids 19: 793–801, (en línea). Consultado 15 agosto 2012.

Universidad Nacional de Colombia. 2003. (en línea). Procesamiento y conservación de frutas Consultado 6 octubre de 2012. Disponible en <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obmerm/p3.htm>

Vélez, L.M., P. Gañan, D.J. Severiche, G.A. Hincapié y M.C. Restrepo. 2009. Aprovechamiento de la fibra dietaria de frutas y/o residuos de su transformación en la elaboración de productos de panificación y de maíz. Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol 7. Consultado 28/08/2012.

7. ANEXOS

Anexo 1. Flujo de proceso para elaboración del mesocarpio pulverizado de maracuyá.



Anexo 2. Boleta de respuesta para análisis sensorial.

Boleta de respuestas. Jalea de guayaba

Nombre:

Fecha:

Panelista #: _____

Tome un sorbo de agua y un mordisco de manzana antes y/o después de cada muestra.

Pruebe las muestras de jalea de izquierda a derecha, en el orden presentado. Untando un poco de la jalea en la galleta. Dos muestras son iguales, una es diferente. Por favor determine cuál es la diferente. Circule la respuesta que considere que es diferente. Si no puede detectar diferencias, adivine su mejor opción.

¿Escriba los números de muestras presentados y circule la muestra diferente/distinta?

Comentarios:

Anexo 3. Hoja de trabajo para análisis sensorial.

Hoja de trabajo. Prueba del triángulo

Fecha:

Producto: Jalea viscosidad

<u>Muestras</u>	<u>Código de letra</u>	<u>Números al azar</u>	
Jalea pectina	A	130	437
Jalea con maracuyá	B	321	092

<u>Panelista</u>	<u>Orden de Presentación</u>	<u>Numeración</u>		
1 7 13 19 25 31 37 43 49 55 61	AAB	130	437	321
2 8 14 20 26 32 38 44 50 56 62	ABA	130	092	437
3 9 15 21 27 33 39 45 51 57 63	BAA	321	130	437
4 10 16 22 28 34 40 46 52 58 64	BBA	321	092	130
5 11 17 23 29 35 41 47 53 59 65	BAB	321	437	092
6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66	ABB	130	321	092