

**Evaluación del uso de mesocarpio de cacao
(*Theobroma cacao* L.) como agente espesante
en la elaboración de mermelada de mango**

Karen Dayana Tonato Chica

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación del uso de mesocarpio de cacao (*Theobroma cacao* L.) como agente espesante en la elaboración de mermelada de mango

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

Presentado por

Karen Dayana Tonato Chica

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Evaluación del uso de mesocarpio de cacao (*Theobroma cacao* L.) como agente espesante en la elaboración de mermelada de mango

Karen Dayana Tonato Chica

Resumen. Sólo el 10% de la producción de cacao (semillas) se destina a la industria chocolatera generando material con menor valor. Para aprovechar este co-producto, se contrastaron las características fisicoquímicas y sensoriales de utilizar mesocarpio de cacao pulverizado (MSP) como agente espesante. Se obtuvo MSP pasando cáscaras por tratamiento térmico (10 minutos-90°C), deshidratación (12 horas) y molienda. Inicialmente (fase 1), se utilizó diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial (3×3) combinando tres espesantes (pectina y mesocarpio al 1 y 2%); tres niveles de pH (2.5, 3.5, 4.5), y tres repeticiones (27 unidades experimentales) evaluando tres momentos del proceso: inicio (agua acidificada), medio (20°Brix) y final (65°Brix). Luego, se elaboró mermelada de mango con MSP (1%) evaluando características fisicoquímicas, sensoriales y económicas (Fase 2). El MSP (1 y 2%) incrementó el pH (4.82–5.72) mientras que con pectina comercial (PC) se redujo. Independientemente del pH, MSP generó consistencia en las muestras indicando la acción de pectina y otros espesantes presentes en este ingrediente. Se observó similitud en viscosidad, color, sinéresis y °Brix entre PC y MSP (1%). Al elaborar mermelada con MSP se evidenciaron diferencias en todos los parámetros fisicoquímicos evaluados especialmente en consistencia en comparación con PC. Debido a esto, todos los panelistas percibieron diferencia en las mermeladas durante el análisis sensorial (discriminatorio). Adicionalmente, el uso de MSP en la formulación aumentó costos variables (30%). Se recomienda evaluar la aplicabilidad de MSP en otros productos debido a sus diferencias marcadas en el producto evaluado.

Palabras clave: Cáscara, conservas, co-producto, hemicelulosa, pectina.

Abstract. Only 10% of the cacao production (seeds) are destined for the chocolate industry generating byproducts of lower value. To take advantage of this byproduct, the physicochemical and sensorial characteristics of mesocarp cocoa powdered (MSP) as a thickening agent were evaluated. MSP was obtained by heating up the cocoa shells (90°C for 10 minutes), dehydration (12 hours) and milling. Starting the experiment (phase 1), a Randomized Complete Block design with a factorial arrangement (3x3) was used by combining three thickeners (pectin and mesocarp at 1 and 2%); three pH levels (2.5, 3.5, 4.5), and three replicates (27 experimental units). A mango jam was developed using mesocarp (1%), evaluating physicochemical, sensorial and economic characteristics (phase 2). The MSP (1 and 2%) increased the pH (4.82-5.72), and an opposite effect was observed showing a pH reduction with commercial pectin (CP). Regardless of the pH, mesocarp generated consistency in samples indicating the action of pectin and other thickening components of this ingredient. Similar results were observed regarding viscosity, color, syneresis and °Brix between pectin and mesocarp (1%). When elaborating jam with mesocarp, differences were observed in all the physicochemical parameters evaluated especially when compared to the commercial pectin. As a result all panelists perceived the difference in jams during sensory (discriminatory) analysis. Additionally, the mesocarp in the formulation increased variable costs (30%). It is recommended to evaluate the applicability of mesocarp in other products due to the notable differences in the evaluated product.

Key words: Byproduct, hemicellulose, shell, pectin, preserves.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	18
5. RECOMENDACIONES.....	19
6. LITERATURA CITADA.....	20
7. ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulación para la elaboración de mermelada de mango	5
2. Descripción del diseño experimental para el mesocarpio pulverizado de cacao.	6
3. Rendimiento de las partes obtenidas de la mazorca de cacao.	7
4. Composición química de la cáscara fresca de la mazorca da cacao.....	8
5. Detalle del contenido de pectina en el mesocarpio de cacao utilizado.....	8
6. pH final de los tratamientos en tres puntos del proceso.	9
7. Grados Brix de los tratamientos en tres puntos del proceso.....	10
8. Viscosidad para cada tratamiento en los tres puntos analizados a 100 rpm	11
9. Composición de fibra dietética (FD) en la cáscara de cacao tostada.	12
10. Luminosidad de los tratamientos en los tres puntos analizados.	13
11. Resultados de ángulo de matiz para cada tratamiento en tres puntos de análisis.	14
12. Análisis físicos de la mermelada de mango con dos espesantes.	15
13. Análisis físicos de la mermelada de mango con dos espesantes.	16
14. Costos variables para la obtención del mesocarpio de cacao por hora.....	16
15. Costos variables para la elaboración de mermelada con pectina comercial.....	17
16. Costos variables para elaboración de mermelada con mesocarpio pulverizado.	17
Anexos	Página
1. Flujo de proceso del acondicionamiento de mesocarpio pulverizado de cacao. .	25
2. Viscosidad para cada tratamiento en los tres puntos analizados a 50 rpm	25
3. Viscosidad para cada tratamiento en los tres puntos analizados a 75 rpm	26
4. Orientación rojo o verde de los tratamientos en los tres puntos analizados.	26
5. Orientación amarillo o azul de los tratamientos en los tres puntos analizados. ..	27
6. Formato de hoja de respuesta para el análisis sensorial.	27
7. Hoja de trabajo para el análisis sensorial con prueba de triángulo.....	28

1. INTRODUCCIÓN

El cacao se ha cultivado hace más de 2000 años en América Central y México, pero se debate su origen entre América del Sur y América Central (MINAGRI N.D.). Los granos de cacao (alimento de los dioses) (González *et al.* N.D.) fué utilizado como unidad monetaria y de medida, los Olmecas (1500 – 400 a.C.) iniciaron su consumo alimenticio al ver como las ratas aprovechaban este fruto sin inconvenientes, trituraban los granos del cacao agregandole hierbas, especias y chiles; años más tarde los Mayas y Aztecas lograron métodos de producción de cacao más eficientes (Batista 2009). En estas civilizaciones el cacao representó abundancia y era utilizado en sus rituales religiosos en honor a Quetzalcóatl (dios azteca) y Chak Ek Chuah (santo patrón Maya) así como en funerales. Su comercialización inició en 1502 cuando Cristobal Colón conoció este grano en Nicaragua (ONU N.D.).

El cacao es parte de la familia Malvaceae, su nombre científico es *Theobroma cacao* y su óptimo desarrollo es en bosques tropicales lluviosos. Se cultiva desde el sur de América hasta México, pero la mayor producción se encuentra en África, Ecuador, Venezuela, Brasil, Perú y Colombia (UNCTAD/OMC 2001). Este cultivo puede ser de arbusto o árbol manteniendo una altura de 4 a 8 m. El fruto es una baya ovalada (mazorca) color púrpura (no madura) o amarilla (madura), mide entre 20 a 35 cm de largo y 7 cm de ancho. Cada mazorca puede pesar de 200 a 1000 g (Dostert *et al.* 2011). La mazorca esta formada por granos, mucílago y cáscara. La cáscara esta constituída por exocarpio y mesocarpio (4 a 8 mm de grosor), las semillas son color café rojizas con longitud de 20 a 30 mm, 12 a 16 mm de ancho y de 7 a 12 mm de grosor (Ayestas 2009).

El mesocarpio de la cáscara de cacao, es considerado fuente de fibra dietética (Lecumberri *et al.* 2006), contiene 5.45% de fibra, 1.07% de proteína, 1.41% minerales, 0.02% de grasas, 7.05% de carbohidratos, 85% de humedad y 0.89% de pectinas (Ardila y Carreño 2011). La fibra dietética es la parte comestible de las plantas que el sistema digestivo no es capaz de aprovechar ni absorber, en este grupo se consideran polisacáridos, oligosacáridos y lignina (Escudero y González 2006). La fibra funcional incluye los hidratos de carbono que si pueden ser absorbidos, así como el almidón, inulina y disacáridos, considerando la definición de fibra dietética y funcional, obtenemos la fibra total (ILSI 2016).

La pectina es un heteropolisacárido presente en la estructura celular de las plantas y forma parte de la fibra dietética, su principal componente es el ácido poligalacturónico esterificado con metanol (Devia 2002). En la industria, la pectina es uno de los ingredientes más usados para la elaboración de conservas, helados, queso y gelatinas, pero no es la única industria en utilizarla por su capacidad de balancear el contenido de agua (Alfonso 2010).

En el 2013, los países africanos abarcaron el 61% de la producción mundial de cacao, seguido por los asiáticos con un 19% y finalmente America Latina con 14% de participación en este mercado, con una producción total de 4.6 millones de toneladas. (Romero 2015). Para el 2016 la producción mundial de cacao fué de 4.09 millones de toneladas, mostrando una tendencia a disminuir, esperando aproximadamente 3.85 millones de toneladas para el 2017 (León 2016). De las toneladas de cacao producidas, no es aprovechado todo el fruto, su mayor consumo es para productos derivados del grano de cacao y éste representa aproximadamente el 10% del fruto fresco, resultando en 90% de la producción en desecho (Franco *et al.* 2010), por eso el enfoque de este estudio es en un subproducto para los productores de cacao.

Considerando el porcentaje de desecho generado en la producción de cacao, los objetivos establecidos fueron:

- Contrastar las características fisicoquímicas del mesocarpio de cacao con la pectina comercial.
- Evaluar la aplicación del mesocarpio de cacao como agente espesante en mermelada de mango.
- Comparar los costos variables de la elaboración de mermelada de mango con mesocarpio de cacao y pectina comercial.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, con el apoyo de la Planta Hortofrutícola para la elaboración de las conservas, el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) para la evaluación de las características físico químicas del mesocarpio de cacao y de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) como proveedores del fruto de cacao trinitario.

Preparación del mesocarpio pulverizado.

Se seleccionó y lavó las mazorcas de cacao en agua con 100 ppm de cloro, posteriormente se retiró las semillas y el mucílago del interior de la mazorca. Las mazorcas fueron cocinadas 10 minutos a 90 °C y se retiró el exocarpio y endocarpio hasta obtener únicamente el mesocarpio, el proceso de deshidratación inició en un horno Bread Baking Center de 240 voltajes durante 10 minutos a 125 °C para inactivar enzimas y finalizó en el deshidratador Escalibur Food Dehydrator de 120 voltajes durante 12 horas a 150 °F. El mesocarpio deshidratado fue molido primero en el molino Thomas WILEY LABORATORY MILL (Modelo 04 Serie 105014) con tamiz de 1 mm para reducir el tamaño de la partícula, se continuó con el molino CYCLOTEC 1093 Sample mill para obtener el tamaño de partícula deseado (<315 micras), similar a la pectina comercial (FAGRON N.D.) y se almacenó a temperatura ambiente.

Preparación de tratamientos.

En la evaluación de las características espesantes del mesocarpio pulverizado (fase 1) se preparó nueve tratamientos, bajo condiciones controladas de pH. En este proceso se utilizó azúcar, ácido clorhídrico, mesocarpio pulverizado (1 o 2%) o pectina (0.25%) y agua destilada, se usó una balanza analítica (Adventurer OHAUS) para obtener las cantidades establecidas. Se utilizaron 200 mL de agua destilada a pH de 2.5, 3.5 o 4.5 con ácido clorhídrico 0.5 N usando un potenciómetro (OHAUS STARTER 2100) y se calentó a más de 80 °C con agitación constante (Hornilla Mini Hotplate-Stirrer TALBOYS). Se agregó 20 g de azúcar y concentró a 10 grados brix medidos con refractómetro digital (Atago Pocket Refractometer PAL-3), se agregaron 20 g más de azúcar con mesocarpio pulverizado y se midió los grados brix y pH, hasta llegar a 20 grados brix y finalmente se agregó 160 g de azúcar dejándolo a 65 grados brix cada tratamiento.

En la fase 2, se analizaron sensorialmente dos mermeladas de mango, elaboradas con pectina comercial y el mejor tratamiento de mesocarpio pulverizado (fase 1). Los ingredientes usados fueron ácido cítrico, azúcar, benzoato, bisulfito, pectina más del 35% del total de la formulación fue pulpa de mango (variedad Haden) (CODEX, 2009), para llevarla a 12 grados brix, se agregó 10% de azúcar mezclada con mesocarpio pulverizado y se concentró a 20 grados brix, se agregó el azúcar restante y finalizó en 65 grados brix (CODEX 2009). El producto envasado se esterilizó a 110 °C por 20 minutos.

Evaluación de viscosidad.

En la fase 1. se evaluó la viscosidad en tres puntos de la preparación de cada tratamiento: 1) agua acidificada, 2) después de agregar 20 g azúcar y mesocarpio pulverizado o pectina y 3) al final del tratamiento a 65 grados brix, para la medición en cada punto se enfrió por 24 horas a temperatura ambiente. En la fase 2. se midió en un solo punto, en el producto terminado después de enfriar por 24 horas a temperatura ambiente. Se utilizó un Reómetro Brookfield DV III con acople LV3, a 50, 75 y 100 revoluciones por minuto (rpm) para la fase 1 y acople LV4 para la fase 2, los resultados fueron expresados en mPas.

Evaluación de sinéresis.

Se analizó en las mismas muestras utilizadas para la viscosidad, se centrifugó (Reyes y Ludeña N.D) usando la IEC MODEL 2K CENTRIFUGE, durante 10 minutos a 3000 rpm muestras de 10 g cada una. Se pesó los gramos de sinéresis en 3 puntos en la fase 1 y un punto en la fase 2., los resultados fueron expresados en porcentaje con relación p/p. La ecuación para el cálculo de sinéresis fue:

$$\%S = \frac{M2}{M1} \times 100 \quad [1]$$

Donde %S: Porcentaje de sinéresis, M2: peso de agua separada y M1: peso total de la muestra (Mora *et al.* 2013).

Determinación de color.

Se utilizó el Colorflex Hunter L a b, en el producto terminado de la fase 2 y se realizaron 3 mediciones a la muestra de cada tratamiento para la fase 1. Los resultados fueron expresados en 3 valores: L (luminosidad) con una escala de 0 a 100 indicando de negro a blanco, respectivamente, a (rojo-verde) usando positivo para indicar rojo y negativo para verde y b (amarillo-azul) indicando color amarillo con positivo y azul con negativo (Retting y Ah-Hen 2014).

Análisis sensorial.

Se utilizó una prueba sensorial discriminatoria de triangulo, se usó muestras de mermelada de mango con pectina comercial y el mejor tratamiento para mesocarpio pulverizado, evaluando a 66 panelistas. Para la elaboración de la mermelada, se siguió el mismo procedimiento y formulación (Cuadro 1) utilizada en la Planta Hortofrutícola Zamorano.

Se analizó sensorialmente con 5 g de mermelada para cada muestra con agua y galleta soda como limpiadores de paladar. Se generó hipótesis nula y alterna y se utilizó una $\alpha = 0.001$ para la prueba binomial del análisis sensorial. También se utilizó la prueba del Chi Cuadrado ($\chi^2 = 7.88$; $g1 = 1$; $P = 0.005$) para evaluar los resultados.

$$\chi^2 O = \frac{\Sigma(O - E)^2}{E} \quad [2]$$

Donde $\chi^2 O$ es el valor calculado, O es el valor observado y E indica el valor esperado según la probabilidad establecida. Se formuló la hipótesis nula, la que sería aceptada si el valor calculado resultara menor al de la tabla.

Cuadro 1. Formulación para la elaboración de mermelada de mango.

Ingrediente	Cantidad (g)	
	Mermelada con pectina comercial	Mermelada con mesocarpio pulverizado
Ácido cítrico	5.89	5.89
Agua	11.28	11.28
Azúcar	761.30	761.30
Benzoato	0.85	0.85
Bisulfito	0.28	0.28
Pectina	4.79	-
Mesocarpio	-	16.04
Pulpa de mango	845.90	845.90
Total	1,630.00	1,630.00
Rendimiento	1,500.00	1,500.00

Fuente: PHF 2017

Análisis de costos variables.

Los costos variables fueron determinados según la cantidad de materia prima utilizada para la fase uno y se comparó el costo variable de la elaboración de mermelada de mango con pectina comercial y mesocarpio de cacao.

Diseño experimental.

En el experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar para comparar mermelada elaborada con mesocarpio pulverizado y pectina comercial como control. Las variables del estudio fueron el porcentaje de mesocarpio pulverizado o pectina y el pH, se usó mesocarpio pulverizado (1 o 2%) o de pectina comercial (0.25%) y la acidez se trabajó con pH de 2.5, 3.5 y 4.5, el pH fue regulado con ácido clorhídrico 0.5N. Se obtuvo nueve tratamientos (Cuadro 2), con 3 repeticiones para cada uno, con un total de 27 unidades experimentales.

Cuadro 2. Descripción del diseño experimental para el mesocarpio pulverizado de cacao.

Espesante	pH inicial		
	2.5	3.5	4.5
Mesocarpio 1%	TRT 1	TRT 4	TRT 7
Mesocarpio 2%	TRT 2	TRT 5	TRT 8
Pectina 0.25%	TRT 3	TRT 6	TRT 9

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se usó el programa Sistema de Análisis Estadístico (SAS). Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias LS MEANS $P < 0.05$ para determinar diferencia estadística.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la preparación del mesocarpio pulverizado.

El cacao utilizado fue el tipo Trinitario, variedad híbrida entre el tipo criollo y forastero (Martínez 2007), cosechado en Julio del 2017 durante el verano. El porcentaje de cáscara de cacao obtenido en este experimento fue del 73.52%, semejante al rendimiento reportado por Nizama (2015) en zonas tropicales para la cáscara de la mazorca de cacao del 74%, otro estudio estableció que el rendimiento de la cáscara fue del 90% (Franco *et al.* 2010). El rendimiento obtenido de mesocarpio fresco fue del 17% (Cuadro 3), de éste se obtuvo 15% de mesocarpio deshidratado para su porterior molienda. En la obtención de mesocarpio pulverizado se obtuvo un rendimiento del 2.33% del peso inicial de la cáscara fresca de la mazorca de cacao. Los datos indicaron que el proceso de deshidratación eliminó el 84.86% del peso por evaporación del agua, lo que se asemeja al estudio realizado por Suárez y Carreño (2011), donde planteó que el porcentaje de humedad de la cáscara de la mazorca de cacao fue del 85% (Cuadro 4), al igual que Barazarte (2006), indicó un 82%, con esto se determinó que al mesocarpio se le retiró casi todo su contenido de agua. En la molienda existió una merma del 9.3% del peso del mesocarpio deshidratado. El proceso inició con 16.72 kg de cáscara de cacao y se obtuvo 390 g de mesocarpio pulverizado para la fase 1.

Cuadro 3. Rendimiento de las partes obtenidas de la mazorca de cacao.

Parte	Peso (kg)	Rendimiento (%)
Mazorca	22.74	100.00
Cáscara de cacao	16.72	73.52
Exocarpio y endocarpio	13.88	83.00
Mesocarpio fresco	2.84	17.00
Mesocarpio deshidratado	0.43	15.13
Mesocarpio pulverizado	0.39	2.33

Con la información literaria de la composición química de la cáscara de la mazorca de cacao (Cuadro 4), se determinó que el contenido de pectina es del 0.89% del peso, por lo que la concentración usada para los análisis de la evaluación de las características fisicoquímicas del mesocarpio de cacao, en su uso como agente espesante (Cuadro 5), fue menor a la concentración de pectina comercial utilizada de 0.25% (0.5 g). En los tratamientos con mesocarpio pulverizado se utilizó concentraciones del 1% (2 g) y 2% (4 g), equivalente a 0.0178 y 0.0356 g de pectina, respectivamente. Esto representó 0.0089 y 0.0178% de pectina en 200 ml de agua destilada en los análisis de la fase 1, se comparó con los tratamientos de pectina, se utilizó 3.56 y 7.12% de la cantidad de pectina comercial, respectivamente.

Cuadro 4. Composición química de la cáscara fresca de la mazorca de cacao.

Componente	% p/p
Humedad	85.00
Proteína	1.07
Minerales	1.41
Grasa	0.02
Fibra	5.54
Carbohidratos	7.05
N	0.17
P	0.03
K	0.55
Pectina	0.89

Fuente: Suárez y Carreño 2011

Cuadro 5. Detalle del contenido de pectina en el mesocarpio de cacao utilizado.

Espesante	Pectina en el mesocarpio		Cantidad en gramos³	Relación[∞]
	%	g		
Mesocarpio (2 g)	0.89	0.0178	0.0089	1:28
Mesocarpio (4 g)	0.89	0.0356	0.0178	1:14

[∞] Relación pectina de mesocarpio pulverizado:pectina comercial

³ Pectina en los análisis con mesocarpio pulverizado

Evaluación de características fisicoquímicas del mesocarpio de cacao en su uso como espesante (fase 1).

En esta fase se analizó pH final, grados brix, color, viscosidad y sinéresis para cada tratamiento en tres puntos diferentes, el inicio que representó el agua destilada, medio que incluyó el 20% del azúcar más el espesante y final al cual se le agregó el 100% del azúcar.

Análisis de pH.

La respuesta del pH final en cada concentración de las muestras en el análisis experimental, fue estadísticamente significativo ($Pr < 0.0001$) con coeficiente de variación (CV) del 5.30% y un ajuste de modelo de $0.98 R^2$. De igual manera se observó que en las tres concentraciones de espesante utilizadas, los tres niveles de pH inicial y el punto de análisis donde se midió el pH, existió diferencia significativa ($Pr < 0.0001$).

Los datos de pH (Cuadro 6), el análisis experimental demostró que el pH final fue diferente entre espesantes. Comparando entre puntos, la diferencia fue únicamente en el inicio ya que fue un pH controlado, mientras que al medio y final los pH finales fueron muy similares y no mostraron diferencia significativa. Entre espesantes, la pectina fue diferente en el inicio con pH de 2.5, de igual manera se observó con el mesocarpio al 2%, mientras que el mesocarpio al 1% no marcó diferencia en los pH finales de sus tratamientos, pero en comparación al mesocarpio sus valores fueron más ácidos, independientemente del pH.

Este resultado se debió a que la pectina comercial, por ser considerada de alto metóxilo, contiene varios grupos carboxilos esterificados con metanol, el cual puede perderse fácilmente por hidrólisis ácida, principal forma de obtención de la pectina comercial (Páez *et al.* 2005). En este proceso, los grupos ácidos quedan libre, por lo que genera acidez en el medio (Calvo N.D). A lo largo de cada punto, se observó mayor diferencia entre los tratamientos con pectina comercial, donde sus pH finales fueron de valores más bajos, manteniéndose en un rango de 2 y 3, mientras que con el mesocarpio pulverizado cambiaron a valores más altos, quedando en un rango de 4 y 5.

Cuadro 6. pH final de los tratamientos en tres puntos del proceso.

Espesante	pH inicial	pH final		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5	2.50 ± 0.00 ^{y c}	2.26 ± 0.07 ^{x e}	2.30 ± 0.14 ^{x d}
	3.5	3.50 ± 0.00 ^{y b}	2.92 ± 0.29 ^{x d}	2.99 ± 0.26 ^{x c}
	4.5	4.50 ± 0.00 ^{y a}	3.01 ± 0.30 ^{x d}	2.99 ± 0.35 ^{x c}
Mesocarpio 1%	2.5	2.50 ± 0.00 ^{y c}	5.17 ± 0.65 ^{x c b}	4.82 ± 0.15 ^{x b}
	3.5	3.50 ± 0.00 ^{y b}	5.21 ± 0.06 ^{x c b}	5.38 ± 0.09 ^{x b}
	4.5	4.50 ± 0.00 ^{y a}	5.53 ± 0.17 ^{x c a}	5.57 ± 0.28 ^{x a b}
Mesocarpio 2%	2.5	2.50 ± 0.00 ^{y c}	4.89 ± 0.16 ^{x e}	5.63 ± 0.21 ^{x b}
	3.5	3.50 ± 0.00 ^{y b}	5.72 ± 0.08 ^{x a}	5.63 ± 0.12 ^{x a}
	4.5	4.50 ± 0.00 ^{y a}	5.71 ± 0.07 ^{x a}	5.67 ± 0.23 ^{x a}

^{x y z} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abcde} Valores para diferentes medias verticalmente con 5.30% coeficiente de variación (P<0.05). [£] Agua destilada. ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante. Los datos se tomaron a temperatura ambiente (24 °C).

Se observó que la composición del mesocarpio pulverizado influyó en el pH disminuyendo su acidez. Los datos de pH obtenidos fueron considerados para inferir el tipo de pectina presente en el mesocarpio de la cáscara de cacao. Se investigó que las pectinas de alto metóxilo forman geles en pH de 1 a 3.5 y grandes cantidades de azúcar, mientras que las pectinas de bajo metóxilo dependen principalmente del grado de esterificación y requieren de temperatura para gelificar (Grunauer 2009). Esto es también un beneficio ya que tener pH de 5 – 6 ayuda a que las soluciones con pectina sean estables a temperatura ambiente (Stechina 2005). Se consideró que el mesocarpio contuvo pectina de bajo metóxilo ya que necesitó de procesamiento térmico para gelificar. Esto se asemeja a los resultados del estudio de la cáscara de cacao como posible fuente de pectina, que en su análisis de metóxilo y grado de esterificación, reportaron que contiene pectinas de bajo metóxilo y menor al 50% de grado de esterificación (Barazarte *et al.* 2008).

Análisis de grados brix.

La respuesta en grados brix de los tratamientos (Cuadro 7) fue significativamente diferente (Pr<0.0001), con un CV del 6.19% en sus datos. Estadísticamente se determinó que la única

variable que mostró diferencia significativa fue el punto ($Pr < 0.0001$) de análisis. Esto demuestra que ni el pH inicial ni el espesante influyen en la cantidad de sólidos totales que se pueda obtener, aun cuando del mesocarpio se utilizó dos concentraciones lo que equivale a diferentes cantidades, estos no mostraron diferencia a lo largo de cada punto, pero sí entre puntos ya que el contenido de azúcar cambió del 0% al inicio, 20% a la mitad y 100% al final. Esto demuestra que no existe diferencia en el espesante ni el pH que se utilice, los resultados en grados brix serán similares.

Cuadro 7. Grados Brix de los tratamientos en tres puntos del proceso.

Espesante	pH inicial	Grados brix		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	22.97 ± 3.67 ^{y a}	65.20 ± 0.01 ^{x a}
	3.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	21.27 ± 1.21 ^{y a}	65.17 ± 0.21 ^{x a}
	4.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	22.00 ± 2.17 ^{y a}	65.30 ± 0.20 ^{x a}
Mesocarpio 1%	2.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	21.43 ± 3.19 ^{y a}	65.37 ± 0.15 ^{x a}
	3.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	22.10 ± 3.00 ^{y a}	65.27 ± 0.12 ^{x a}
	4.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	20.10 ± 2.55 ^{y a}	65.30 ± 0.20 ^{x a}
Mesocarpio 2%	2.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	24.07 ± 4.99 ^{y a}	65.20 ± 0.26 ^{x a}
	3.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	21.13 ± 3.73 ^{y a}	65.33 ± 0.21 ^{x a}
	4.5	0.00 ± 0.00 ^{z a}	19.37 ± 4.03 ^{y a}	65.27 ± 0.06 ^{x a}

^{x y z} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{ab} Valores para diferentes medias verticalmente con 6.19% coeficiente de variación ($P < 0.05$). [£] Agua destilada. ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante. Los datos se tomaron a temperatura ambiente (24°C).

Se observó que los grados brix fueron determinados por la cantidad de azúcar agregada en cada punto y por eso no existió diferencia entre tratamientos, ya que los grados brix representan el porcentaje en peso de sacarosa pura en una solución (KRUSS 2016). Esto indicó que tanto la pectina como el mesocarpio pulverizado, no contenían sacarosa en su composición, aunque esto pudo estar relacionado a la baja cantidad de espesante usado. Rodriguez (2012) reportó en su estudio sobre la pectina de maracuyá datos similares al analizar los grados brix de sus tratamientos, también indicó que la pectina y mesocarpio no tienen gran efecto sobre los grados brix.

Análisis de viscosidad.

La respuesta de la viscosidad en la fase 1 (Cuadro 8), fue significativamente diferente ($Pr < 0.0001$) y un CV del 84.53% en los datos con 100 rpm, se observó que las variables que mostraron significancia fueron espesante, rpm, repetición y punto ($Pr < 0.0001$). Se confirmó esto con la separación de medias, lo que indicó que a lo largo de cada punto no existió diferencia en el inicio ni medio, mientras que el final sí. Sin embargo, los tratamientos con mesocarpio al 1% en 2.5 y 4.5 de pH fueron similares a la pectina en 2.5 pH.

Comparando entre espesantes, con pectina el único diferente fue con 2.5 de pH, debido a que la pectina comercial es de alto metóxilo y como se mencionó anteriormente requiere pH ácido para gelificar. Mientras que los tratamientos con mesocarpio al 1% fueron similares con cada pH. Cuando se usó mesocarpio al 21%, se obtuvo viscosidades mayores a las detectadas por el acople LV3, con resultados mayores a 5,999 mPas. Se demostró que las mayores viscosidades se obtuvieron a mayor concentración de mesocarpio. Entre puntos no hubo diferencia entre el inicio y el medio, pero el final difirió únicamente en el mesocarpio al 2% por tener valores más altos.

Cuadro 8. Viscosidad para cada tratamiento en los tres puntos analizados a 100 rpm

Espesante	pH inicial	Viscosidad (mPas)		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5	0.000 ± 0.00 ^{y a}	14.00 ± 3.02 ^{y b}	681.4 ± 143.0 ^{x d}
	3.5	0.000 ± 0.00 ^{y a}	31.19 ± 20.80 ^{y b}	262.0 ± 192.0 ^{x c}
	4.5	0.000 ± 0.00 ^{y a}	25.20 ± 21.80 ^{y b}	170.0 ± 43.5 ^{y c}
Mesocarpio 1%	2.5	0.000 ± 0.00 ^{y a}	23.20 ± 15.70 ^{y b}	563.9 ± 390.0 ^{x b d}
	3.5	0.000 ± 0.00 ^{y a}	39.19 ± 34.30 ^{y b}	416.7 ± 163.0 ^{x d}
	4.5	0.000 ± 0.00 ^{y a}	36.39 ± 22.30 ^{y b}	580.7 ± 376.0 ^{x b c}
Mesocarpio 2%	2.5	0.000 ± 0.00 ^{z a}	120.80 ± 103.00 ^{y a}	>5,999 ^{x a}
	3.5	0.000 ± 0.00 ^{z a}	279.10 ± 121.00 ^{y a}	>5,999 ^{x a}
	4.5	0.000 ± 0.00 ^{z a}	192.80 ± 66.50 ^{y a}	>5,999 ^{x a}

^{xyz} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abcd} Valores para diferentes medias verticalmente con 84.53% coeficiente de variación (P<0.05). [£] Agua destilada; ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2. Concentración de espesante en porcentaje. Datos tomados a temperatura ambiente (24°C).

Los valores de viscosidad tendieron siempre a ser más altos para la mayor concentración de mesocarpio tanto en el medio como el final; esto señaló que los tratamientos con mesocarpio al 1% se asemejaron más al comportamiento de la pectina. Se determinó que la viscosidad no sigue un comportamiento específico. Esta diferencia entre puntos fue debido a que la viscosidad de las pectinas aumentó al acercarse al punto de ebullición, ya que en el punto final estas recibieron tratamiento térmico su viscosidad aumentó (Pagan 2015).

Se confirmó que el mesocarpio utilizado es de bajo metóxilo como se mencionó en el pH, ya que requirió tratamiento térmico y grandes cantidades de azúcar para gelificar (Grunauer 2009), mientras que el medio aumento un poco su viscosidad pero no gelificó, por su corto tiempo con temperatura y baja cantidad de azúcar. García (2009), en su estudio de la reología en ligantes asfálticos, indicó que no existió diferencia en viscosidad a diferentes rpm, lo mismo que se observó en los resultados de este estudio, donde no se encontró diferencia al usar otras revoluciones.

Se investigó la composición del mesocarpio de cacao y se observó que el porcentaje de fibra que contiene la cáscara de cacao es 43.50% del peso (Casanovas 2005), se consideró la posibilidad de que otras macromoléculas afectaron la viscosidad del experimento. Barazarte (2006), señaló que el mesocarpio de cacao es un tejido duro y podría contener alta cantidad de lignina, celulosa y hemicelulosa, también que los tejidos con mayor contenido de humedad presentan mayor contenido de sustancias pécticas. Chamorro y Chambilla (2010), determinaron que la fibra insoluble posee capacidad de retener agua, principalmente por la hemicelulosa, en la cáscara de cacao predomina la fibra insoluble y esta contiene 20.14% de hemicelulosa, se determinó que la viscosidad en los tratamientos con mesocarpio pulverizado fue generada también por el contenido de hemicelulosa.

Del porcentaje de fibra presente, el 65.06% representa fibra dietética insoluble y 34.94% es fibra soluble. Como componentes de la fibra dietética en este caso (Cuadro 9), se encuentra en 44.82% celulosa, 27.13% de hemicelulosa y 28.05% de ácidos galacturónicos (Casanovas 2005). Se tomó en cuenta que los porcentajes indicados anteriormente no fueron los mismos para el mesocarpio pulverizado, ya que se removió aproximadamente el 10% del peso en exocarpio.

Cuadro 9. Composición de fibra dietética (FD) en la cáscara de cacao tostada.

Componente	FD total (%)	FD soluble (%)	FD insoluble (%)
Celulosa	44.82	00.00	100.00
Hemicelulosa	27.13	51.70	48.30
Ácidos galacturónicos	28.05	74.59	25.41

Fuente: Casanovas 2005

Análisis de sinéresis.

Los resultados de sinéresis para los tratamientos y repeticiones, fueron evaluados en gramos de agua exudada en relación a los gramos de muestra centrifugados. Los tratamientos realizados con pectina resultaron en cero gramos de agua exudada, lo que representó 0% de sinéresis, de igual manera se observó en el mesocarpio de 1 y 2% de concentración, que no presentaron eliminación de agua, por lo que también se reportó 0% de sinéresis, esto demostró la capacidad de retener agua para la pectina y mesocarpio. Así como se observó en la viscosidad, donde ambos gelificantes generaron viscosidad, lo que concordó con la retención de agua en la sinéresis.

Castillo y colaboradores (2004), evaluaron el efecto del uso de pectina en yogurt y observaron que la pectina disminuye la sinéresis en los productos ya que genera estabilidad y forma geles. El mesocarpio tampoco presentó sinéresis por su contenido de hemicelulosa, heteropolisacárido con estructura amorfa, formada principalmente por pentosas, hexosas y ácidos urónicos, con enlaces β (1,4) de unidades D-xilopiranosas unidad a grupos L-arabino-furanosas en los carbonos 2 y 3 de la xilosa (Badui 2006). La absorción de agua se da mejor en estructuras amorfas como la hemicelulosa, ya que presenta puentes de hidrogeno débiles y en poca cantidad, su capacidad absorbente aumenta a mayor temperatura (Guerrero 2014).

Análisis de color.

En la medición de color para la fase 1 (Cuadro 10), se obtuvo la respuesta de cada parámetro, el cual resultó significativamente diferente ($Pr < 0.0001$) en el análisis de la fase 1, con un CV del 17.69% en sus datos. Entre las variables analizadas, se determinó que el espesante, parámetro y punto afectaron significativamente ($Pr < 0.0001$). El análisis de los resultados, analizados estadísticamente demostró que existe diferencia entre los valores obtenido entre los puntos analizados. En cuanto a luminosidad (L), varió entre punto, la muestra más luminosa fue la inicial ya que era solo agua y conforme se le añadía azúcar y espesante oscureció, por lo que el punto menos luminoso fue el final. A lo largo de cada punto se observó similitud en todas las muestras del inicio. En el medio la luminosidad fue variable entre espesantes, donde la pectina fue más luminosa. En el mesocarpio al 1% las muestras variaron para cada pH inicial, mientras que la pectina y el mesocarpio al 2% mantuvieron datos similares en sus tres pH iniciales. En el punto final, el único espesante que marcó diferencia fue con 2% de mesocarpio, mientras que el mesocarpio al 1% indicó colores muy similares a la pectina.

Cuadro 10. Luminosidad de los tratamientos en los tres puntos analizados.

Espesante	pH inicial	Luminosidad		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	78.05 ± 0.53 ^{y a}	6.820 ± 4.17 ^{z b}
	3.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	77.71 ± 0.21 ^{y a}	10.42 ± 10.6 ^{z b}
	4.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	77.56 ± 0.15 ^{y a}	9.890 ± 10.2 ^{z b}
Mesocarpio 1%	2.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	72.69 ± 9.18 ^{y a}	10.89 ± 4.68 ^{z b}
	3.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	49.63 ± 1.78 ^{y b}	9.473 ± 6.34 ^{z b}
	4.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	42.31 ± 1.36 ^{y c}	11.86 ± 5.08 ^{z b}
Mesocarpio 2%	2.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	52.18 ± 6.89 ^{y b}	21.27 ± 1.69 ^{z a}
	3.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	48.89 ± 3.59 ^{y b}	21.28 ± 1.18 ^{z a}
	4.5	83.99 ± 0.03 ^{x a}	48.55 ± 2.20 ^{y b}	21.62 ± 0.72 ^{z a}

^{x y z} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{ab} Valores para diferentes medias verticalmente con 8.26% coeficiente de variación ($P < 0.05$).

[£] Agua destilada ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C).

El valor H (Cuadro 11), indicó que el ángulo que determinó el matiz de cada muestra con, este valor nos guía cada vez que indicamos el color hacia algún objeto, se asocia a la longitud de onda visible y relaciona el valor a y b medido con el Hunter L^*a^*b (Santos 2010). La respuesta del matiz, en el análisis estadístico fue significativamente diferente ($Pr < 0.0001$) y CV de 31.921% en los datos. De la misma forma se determinó que el punto fue la única variable que mostro ser significativa en el color de las muestras. Los resultados difirieron en cada punto, los valores mayores se observaron en el punto inicial. El punto medio mostró diferencia, pero la pectina mantuvo datos similares entre los tres pH. En el mesocarpio, los resultados difirieron en ambas concentraciones, pero el mesocarpio a 1%

con 2.5 pH. En el punto final el espesante indicó la diferencia, mientras que la pectina mantuvo el color en sus tres pH, así como el mesocarpio que tuvo resultados similares ambas concentraciones en cada pH, con colores de verde amarillo.

Cuadro 11. Resultados de ángulo de matiz para cada tratamiento en tres puntos de análisis.

Espesante	pH inicial	Ángulo de matiz		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	97.50 ± 2.44 ^{y a}	241.6 ± 145 ^{x a}
	3.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	98.10 ± 2.60 ^{y a}	180.5 ± 155 ^{x a}
	4.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	97.32 ± 4.06 ^{y a}	179.4 ± 146 ^{x a}
Mesocarpio 1%	2.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	91.58 ± 3.04 ^{y a}	96.11 ± 27.8 ^{y b}
	3.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	85.89 ± 1.87 ^{y b}	88.45 ± 37.7 ^{y b}
	4.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	86.56 ± 1.15 ^{y b}	97.03 ± 8.30 ^{y b}
Mesocarpio 2%	2.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	85.81 ± 2.67 ^{y b}	95.57 ± 2.80 ^{y b}
	3.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	84.14 ± 2.44 ^{y b}	94.30 ± 1.91 ^{y b}
	4.5	261.8 ± 4.73 ^{x a}	84.26 ± 1.79 ^{y b}	92.14 ± 1.76 ^{y b}

^{x y z} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{ab} Valores para diferentes medias verticalmente con 31.92.07% coeficiente de variación (P<0.001). [£] Agua destilada. ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C).

Barazarte y colaboradores (2008) indicaron que el color de la cáscara seca es pardo y oscuro, en este caso los resultados de este estudio reportaron tendencia a colores verdosos, pero si fueron oscuros en los tratamientos con mesocarpio. Otro estudio, también indicó que el color de la pectina obtenida de cacao es color marrón (Franco *et al.* 2010). Se analizó los resultados con la literatura mencionada, considerando que no hay un dato específico para el mesocarpio, se infirió que el mesocarpio pudo contener otros compuestos que pudieran afectar el color, por ejemplo el azúcar.

Ya que al agregar azúcar y combinarla con un tratamiento térmico, esta se deshidrata y polimeriza con las moléculas deshidratadas y forma moléculas complejas, esto generó color por la oxidación del azúcar (Morales 2013). Así mismo, se consideró que la Jefatura de Estado junto con la Secretaría de Salud Pública de Honduras (1975), establecieron en el Decreto Número 385, que toda azúcar producida para el consumo del país, deberá contener Vitamina A (La Gaceta 2017). Se tomó en cuenta que la literatura de color de la cáscara de cacao, consideró el exocarpio que tiene a ser café o rojizo, esto podría ocasionar el color marrón mencionado anteriormente. Adicional a esto, se consideró que la cáscara de cacao también contiene polifenoles (mayoritariamente flavonoides), compuestos bioactivos antioxidantes con anillos aromáticos (Sotelo *et al.* 2015). Un estudio sobre los métodos de obtención de mesocarpio de cacao indicó que en el proceso observó oscurecimiento y esto podría deberse a la alta carga de enzimas que normalmente están presentes en los mesocarpios (Rodríguez 2013). Por eso se consideró posible el cambio de color por

oxidación enzimática. En la evaluación de características fisicoquímicas del mesocarpio de cacao en su uso como espesante (fase 1), se determinó que en el análisis de pH, grados brix y sinéresis, el mesocarpio no difirió de la pectina por lo que no determina a un tratamiento como el mejor, mientras que en el análisis de color el mejor tratamiento fue el mesocarpio al 1% por su similitud a los resultados con la pectina tanto en luminosidad, rojo a verde y amarillo a azul.

Resultado de la aplicación del mesocarpio de la cáscara de cacao en mermelada de mango (fase 2).

Posterior a los análisis de las características espesantes del mesocarpio, se elaboró mermelada con pectina y el tratamiento que más se asemejó de la fase 1 (1% de mesocarpio) para determinar si al usarlo en la elaboración de conservas existe diferencia. Se analizó y determinó que fue estadísticamente significativo para grados brix, pH, Aw, viscosidad, y color ($Pr < 0.0001$). Todos los análisis realizados en esta etapa (Cuadro 12), fueron estadísticamente diferentes, a pesar de sus valores muy similares, debido a su CV de 0%. A pesar de que los valores en grados brix fueron muy similares, el análisis estadístico los separó como diferentes, por su bajo coeficiente de variación. El Ministerio de Salud y Protección social junto con la FAO (2012), reportó que una mermelada debe contener <60 grados brix, lo que se alcanzó con las mermeladas realizadas en este estudio. En cuanto a pH y Aw se consideró que los valores fueron adecuados, considerando que es un producto que se mantiene a temperatura ambiente, Elika (2013), mencionó que el pH ideal para el desarrollo de *Clostridium botulinum* es mayor a 4.6 y la actividad de agua debe ser mayor a 0.94, por lo que se está cumpliendo con una doble barrera en el producto, más la esterilización posterior a la elaboración.

Cuadro 12. Análisis físicos de la mermelada de mango con dos espesantes.

Espesante	ANÁLISIS		
	Brix	pH	Aw
Mesocarpio 1%	63.04 ± 0.10 ^a	4.180 ± 0.01 ^a	0.864 ± 0.001 ^a
Pectina 0.25%	62.54 ± 0.12 ^b	3.317 ± 0.02 ^b	0.835 ± 0.001 ^b
CV% ^z	0.07	0.19	0.530

^z Coeficiente de Variación. ^{abc} Valores para diferentes medias verticalmente ($Pr < 0.050$). Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C).

La viscosidad en la mermelada de mango indicó diferencia entre espesantes; la mayor fue en el mesocarpio, el cual fue semejante a los resultados obtenidos en la fase 1 (Cuadro 13). El color para la mermelada de mango fue diferente para cada espesante. La mermelada con mesocarpio indicó un valor mayor y más oscuro que la pectina. Iza (2013), reportó que el color para mermelada de mango tiende a ser naranja oscura, tal como lo reportó este estudio con valores que tienden a amarillo y oscuras. En los análisis de sinéresis para la mermelada también se obtuvo ausencia de agua eliminada en el momento de la centrifugación, por lo que se reportó 0% de sinéresis.

Cuadro 13. Análisis físicos de la mermelada de mango con dos espesantes.

Espesante	Análisis		
	Viscosidad	Color	
	100 rpm	L	H
Mesocarpio 1%	5752 ± 69.3 ^a	36.80 ± 0.07 ^a	84.92 ± 0.06 ^a
Pectina 0.25%	1881 ± 50.3 ^b	30.45 ± 0.17 ^b	79.37 ± 0.20 ^b
CV% ^z	2.54	0.43	0.35

^{xyz} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abc} Valores para diferentes medias verticalmente (P<0.0001). ^z Coeficiente de Variación. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C).

Resultados del análisis sensorial.

Se analizó sensorialmente con prueba binomial para reafirmar los resultados obtenidos en los análisis de la mermelada de mango que indicaron diferencia entre las mermeladas elaboradas. De 66 panelistas, el 100% identificó la diferencia al observar las muestras, ya que con el mesocarpio se obtuvo mayor oscuridad. Posterior, a la degustación de las mermeladas, el panelista notó diferencia en la viscosidad. Las muestras con mesocarpio fueron más viscosas y ligosas, al remover la muestra, se ligaba toda y mostró dificultad al querer tomar solo una parte de ella. Con respecto al dulzor, las observaciones de los panelistas indicaron que la mermelada con mesocarpio presentó diferencia en dulzor, color y textura. Otros estudios sobre la evaluación de pectina de mesocarpio de otros frutos, indicaron un resultado diferente. Rodríguez (2012), en su análisis sensorial de jalea de guayaba con mesocarpio de maracuyá, los panelistas no encontraron diferencia con la jalea de guayaba elaborada con pectina.

Resultado del análisis de costos variables.

Con los rendimientos obtenidos (Cuadro 1), se determinaron los costos variables para la obtención de mesocarpio de cacao pulverizado (Cuadro 14). Se obtuvo los costos del equipo en base a su funcionamiento y vida útil, se analizaron los costos por hora de uso y para la mano de obra se estimó el costo por hora en base al salario mínimo de Honduras de \$ 340.65 en el 2017 (La Prensa 2017).

Cuadro 14. Costos variables para la obtención del mesocarpio de cacao por hora

Descripción	Costo unitario (L)	Costo unitario (\$) [Ⓜ]	Unidades	Total (\$)	Total (L) [Ⓜ]
Deshidratador	7.950	0.337	14.000	4.728	111.30
Molienda	1.280	0.054	2.000	0.109	2.56
Mano de obra	11.000	0.467	26.00	12.15	286.00
Total					399.86

[Ⓜ] Precios en dólares con una tasa de cambio de L 23.54

El costo variable para 390 g de mesocarpio pulverizado de cáscara de cacao, fue L 399.86, igual a L 1.02 el gramo. Los costos variables para mermelada de mango (Cuadro 15), fueron de L 31.68 para 1,500 g de mermelada con pectina comercial y L 45.23 el mesocarpio, equivalente a L 0.02 y L 0.03 el gramo. El costo fue mayor al usar mesocarpio pulverizado, aun cuando no considera el precio del mesocarpio por ser considerada desecho. Como el proceso fue a pequeña escala, aumentó los costos fijos, a gran escala, los costos se distribuirán para mayor cantidad de mesocarpio pulverizado, reduciendo el costo por gramo.

Cuadro 15. Costos variables para la elaboración de mermelada con pectina comercial.

Ingrediente	Unidad	Costo unitario (L)	Cantidad utilizada	Costo total (L)	Costo total (\$) [□]
Ácido cítrico	gramo	0.020	5.89	0.12	0.005
Azúcar	gramo	0.016	751.40	12.15	0.528
Pectina	gramo	0.660	4.79	3.16	0.137
Benzoato de sodio	gramo	0.070	0.85	0.06	0.003
Bisulfito de Sodio	gramo	0.010	0.28	0.01	0.000
Pulpa de mango	gramos	0.019	845.90	16.19	0.704
Total	gramos	0.795	1,609.00	31.69	1.378
Rendimiento	porcentaje		1,500.00		

[□] Precios en dólares con una tasa de cambio de L 23.54

Fuente: PHF 2017

Cuadro 16. Costos variables para elaboración de mermelada con mesocarpio pulverizado.

Ingrediente	Unidad	Costo unitario (L)	Cantidad utilizada	Costo total (L)	Costo total (\$) [□]
Ácido cítrico	gramo	0.020	5.89	0.12	0.005
Azúcar	gramo	0.016	751.40	12.15	0.528
Mesocarpio de cacao	gramo	1.025	16.30	16.71	0.726
Benzoato de sodio	gramo	0.070	0.85	0.06	0.003
Bisulfito de Sodio	gramo	0.010	0.28	0.01	0.000
Pulpa de mango	gramos	0.019	845.90	16.19	0.704
Total	gramos	0.795	1,609.00	31.69	1.378
Rendimiento	porcentaje		1,500.00		

[□] Precios en dólares con una tasa de cambio de L 23.54

Fuente: PHF 2017

Al finalizar la fase 1 y 2, se identificó que el mesocarpio utilizado fue diferente en todas las características evaluadas con la pectina comercial, se consideró un ingrediente con potencial efecto espesante y con capacidades ligantes de agua que podrían ser usados en otros productos, esto requiere un estudio más amplio para poder determinar su uso adecuado.

4. CONCLUSIONES

- Se determinaron diferencia en pH, viscosidad y color al contrastar las características fisicoquímicas del uso de mesocarpio pulverizado de cacao con pectina comercial.
- El mesocarpio pulverizado de cacao (1%) generó diferencia en todos los atributos fisicoquímicos evaluados en la mermelada de mango en comparación con la pectina comercial.
- La totalidad de los panelistas logró identificar la diferencia entre las muestras presentadas, haciendo evidente el uso de mesocarpio pulverizado de cacao.
- La elaboración del uso de mesocarpio pulverizado de cacao (1%), eleva los costos variables en 30% para la elaboración de mermelada de mango.
- El mesocarpio pulverizado de cacao presentó limitantes para su uso en la elaboración de mermelada de mango, por lo que no lo consideró como ingrediente alternativo de la pectina comercial.

5. RECOMENDACIONES

- Determinar la composición química del mesocarpio pulverizado de cacao para la identificación de los compuestos alcalinos presentes.
- Evaluar la aceptación de la mermelada de mango elaborada con mesocarpio pulverizado de cacao mediante un análisis sensorial.
- Extraer los carbohidratos del mesocarpio pulverizado de cacao para evaluar sus capacidades espesantes por separado.
- Evaluar el impacto económico de la elaboración de mesocarpio pulverizado para productores de cacao.
- Probar el uso del mesocarpio pulverizado de cacao en otros productos alimenticios y no alimenticios.

6. LITERATURA CITADA

Alfonso E. 2010. Estudio del comportamiento reológico de las pectinas con diferente grado galacturónico obtenida a partir de *Citrus paradisi*. [Internet]. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. El Salvador. 30p. [Consultado 2017 ago 12]. <http://ri.ues.edu.sv/471/1/10136186.pdf>.

Ardila C, Carreño S. 2011. Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como absorbente. [Internet]. Universidad Industrial de Santander. Colombia. [Consultado 2017 jul 13]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/137849.pdf>.

Ayestas E. 2009. Caracterización morfológica de cien arboles promisorios de *Theobroma cacao* L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009. [Internet]. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 14p. [Consultado 2017 ago 12]. http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/ayestavillega2009.pdf.

Badui D. 2006. Química de Alimentos. 4 (96-97). México. [Consultado 2017 sep 05]. ISBN: 970-26-0670-5.

Barazarte H. 2006. Uso potencial de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) como fuente de pectina. [Internet]. Universidad Simón Bolívar. Colombia. 30p. [Consultado 2017 sep 03]. <http://159.90.80.55/tesis/000143772.pdf>.

Barazarte H, Sangronis E, Unai E. 2008. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. Scielo. 2008;58(1) Venezuela. [Internet]. [Consultado 2017 sep 03]. ISSN 0004-0622.

Batista L. 2009. Guía técnica El cultivo de Cacao. [Internet]. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. República Dominicana. [Consultado 2017 ago 12]. <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>.

Calvo M. N.D. Bioquímica de los alimentos. Pectinas. [Internet]. [Consultado 2017 sep 05]. <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/pectinas.html>.

Casanovas J. 2005. Nuevo producto de fibra de cacao a base de cáscara tostada. Oficina Española de Patentes y Marcas. [Internet]. España. [Consultado 2017 sep 03]. http://www.espatentes.com/pdf/2099676_a1.pdf.

Castillo M, Borregales C, Sánchez M. 2004. Influencia de la pectina sobre las propiedades Reológicas del Yogurt. Universidad de Los Andes. [Internet]. Venezuela. [Consultado 2017 sep 1]. www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/23854/1/articulo7.pdf.

Chamorro M. Chambilla M. 2010. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y la industria alimentaria. [Internet]. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Perú. [Consultado 2017 sep 3]. <http://investigacion.upeu.edu.pe/images/Journal/RVCITAL01/Chambilla-Elmer.pdf>.

CODEX STAN 296. 2009. Norma del CODEX para las confituras, Jaleas y Mermeladas. [Internet]. [Consultado 2017 jul 13]. www.fao.org/input/download/standards/11254/CXS_296s.pdf.

Devia J. 2002. Proceso para producir pectinas cítricas. [Internet]. Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico. Colombia. [Consultado 2017 jul 13]. <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/918/823>.

Dostert N, Roque J, Cano A, La Torre M, Weigend M. 2011. Hoja botánica: Cacao. Museo de Historia Natural. [Internet]. Universidad Nacional de San Marcos. Perú. [Consultado 2017 jul 13]. <http://www.botconsult.com/downloads/HojaBotanicaCacao2012.pdf>.

Elika. 2013. *Clostridium botulinum*. [Internet]. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. Elika. [Consultado 2017 jul 13]. www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento87/Copia%20de%206.Clostridium.pdf.

Escudero E, González P. 2006. La fibra dietética. Unidad de dietética y nutrición. Nutrición hospitalaria. [Internet]. España. [Consultado 2017 jul 13]. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>.

FAGRON. N.D. Certificado de Análisis. Pectina polvo. [Internet]. FAGRON IBERICA. España. [Consultado 2017 jul 13]. https://fagron.com/sites/default/files/document/coa_ac6/pectin_16e06-t17-029388_es.pdf.

FAO. 2012. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas. [Internet]. Mermeladas, jaleas, jarabes, dulces y confituras. Food and Agriculture Organization of United Nations. [Consultado 2017 jul 13]. <http://www.fao.org/docrep/x5029s/X5029S07.htm>.

Franco M, Ramírez M, García R, Bernal M, Espinosa B, Solís J, Durán C. 2010. Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: Cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. [Internet]. Universidad Nacional Autónoma de México. México. [Consultado 2017 jul 13]. http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/rlac/resources/LocalContent/24/1/REAPROVECHAMIENTO%20INTEGRAL%20%20Franco-Castillo.pdf.

García J. 2009. Evaluación del rendimiento de extracción de pectina de aguas mieles del beneficiado de café procedentes de desmucilaginado mecánico. [Internet]. Universidad de El Salvador. El Salvador. [Consultado 2017 jul 13]. http://ri.ues.edu.sv/2033/1/Evaluaci%C3%B3n_del_rendimiento_de_extracci%C3%B3n_de_pectina_en_aguas_mieles_del_beneficiado_de_caf%C3%A9_procedentes_de_desmucilaginado_mec%C3%A1nico.pdf.

González M, Montalvo J, Rendón D, Salcedo S. N.D. Xocolatl: El alimento de los Dioses. [Internet]. Centro Educativo Anglo Mexicano. México. [Consultado 2017 ago 12]. <http://www.acmor.org.mx/sites/default/files/1016-xocolatl.pdf>.

Grunauer C. 2009. Influencia del secado sobre la captación de agua de pectina extraída a partir del Citrus x Aurantifolia Swingle. [Internet]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. España. [Consultado 2017 sep 01]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7789/1/D-39371.pdf>.

Guerrero D. 2014. Almidón, gelatinización y retrogradación. [Internet]. Universidad Nacional Autónoma de México. México. [Consultado 2017 sep 04]. https://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Almidon_27067.pdf.

ILSI. International Life Sciences Institute. 2016. Fibra dietética. [Internet]. Estados Unidos. [Consultado 2017 ago 12]. http://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/CM_fibre_Spanish.pdf.

Iza E. 2013. Desarrollo de una mermelada de mango Haden con quinua (*Chenopodium quinoa*). [Internet]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. [Consultado 2017 sep 04]. <http://hdl.handle.net/11036/1670>.

KRUSS. KRUSS ORTONIC GERMANY. N.D. Medición en la Industria de bebidas y zumos. [Internet]. [Consultado 2017 sep 01]. http://www.kruess.com/documents/Applicationsberichte/AP130710_001_Medicion_Brix_en_la_industria_de_bebidas_ES.pdf.

La Gaceta. 2017. Decreto Número 385. Diario Oficial de la República de Honduras. [Internet]. Honduras. [Consultado 2017 sep 04]. <http://honduras.justia.com/federales/leyes/decreto-385/gdoc/>.

La Prensa. 2017. Conoce el nuevo salario mínimo de Honduras aprobado para 2017 y 2018. [Internet]. Honduras. [Consultado 2017 sep 04]. <http://www.laprensa.hn/honduras/1034509-410/conoce-el-nuevo-salario-m%C3%ADnimo-de-honduras-aprobado-para-2017-y-2018>.

Lecumberri E, Mateos R, Ramos S, Alía M, Rúperez P, Goya L, Izquierdo-Pulido M, Bravo L. 2006. Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación. [Internet]. Instituto del Frío. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Madrid. [Consultado 2017 ago 12]. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3100.pdf>.

León J. 2016. Producción mundial de cacao. Agencia Agraria de Noticias. [Internet]. [Consultado 2017 jul 13]. <http://agraria.pe/noticias/produccion-mundial-de-cacao-se-reduciria-en-180-11541#>.

Nizama K. 2015. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*). [Internet]. Universidad Nacional de Piura. Facultad de Ingeniería Industrial. Perú. [Consultado 2017 ago 30]. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/675/IND-NIZ-YAM-15.pdf?sequence=1>.

Martinez W. 2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. [Internet]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. [Consultado 2017 ago 28]. http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/julymartinez2007.pdf.

MINAGRI. Ministerio de Agricultura Riego. N.D. Marco General de la Diversidad Genética del cacao. [Internet]. Perú. [Consultado 2017 ago 12]. http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio_cacao/2_11a_especie_cacao.pdf.

Mora F, Barraza G, Obregón D. 2013. Sinéresis, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynara scolymus L.*). [Internet]. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Perú. [Consultado 2017 ago 20]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VS3Kc-G3F7oJ:revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/329+&cd=1&hl=es-419&ct=c lnk&gl=hn>.

Morales J. 2013. Análisis, inhibición e ingesta de nuevos contaminantes químicos de procesado en alimentos. [Internet]. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. España. [Consultado 2017 ago 04]. <http://eprints.ucm.es/22281/1/T34594.pdf>.

ONU. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. N.D. Cacao Operaciones Poscosecha, Compendio de Poscosecha. [Internet]. México. [Consultado 2017 jul 13]. <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>.

Páez G, Marín M., Mármol Z, Ferrer J. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*). Revista de la Facultad de Agronomía. Scielo. 22(3). [Consultado 2017 ago 30]. www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000300004.

Pagan J. 2015. Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo de melocotón. [Internet]. Universidad de Lleida. España. [Consultado 2017 ago 30]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6H39e4Q67b4J:www.cervantesvirtual.com/descargaPdf/degradacion-enzimatica-y-caracteristicas-fisicas-y-quimicas-de-la-pectina-del-bagazo-de-melocoton--0/+&cd=6&hl=es&ct=clnk&gl=hn>.

PHF. 2011. Formulación de la mermelada de mango. Planta Hortofrutícola de Zamorano. Honduras. [Consultado 2017 ago 30].

Retting M, Ah-Hen K. 2014, El color en los alimentos un criterio de calidad medible. [Internet]. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Chile. [Consultado 2017 jul 13]. <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>.

Reyes J, Ludeña F. Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y sensoriales de un yogurt elaborado con sucralosa y estevia. [Internet]. Universidad Técnica Particular de Loja. Departamento de Ciencias Agropecuarias y Alimentos. Ecuador. [Consultado 2017 ago 20]. <http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo2/EvaluaciondelasCaracteristicas.pdf>.

Romero C. 2015. Estudio del Cacao en el Perú y en el mundo. [Internet]. Ministerio de Agricultura y Riego. Perú. [Consultado 2017 jul 13]. http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2017/estudio_cacao_para_iica.pdf.

Rodríguez A. 2013. Estudio de tres métodos para la obtención de pulpa del mesocarpio del cacao (*Theobroma cacao* variedad CCN-51). [Internet]. Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Ecuador. [Consultado 2017 sep 05]. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/710/1/UDLA-EC-TIAG-2013-11.pdf>.

Rodríguez E. 2012. Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* var. Fravicarpa) en la producción de conservas. [Internet] Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. [Consultado 2017 jul 13]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1255/1/AGI-2012-T041.pdf>.

Santos A. 2010. La teoría del color. [Internet]. Fundamentos visuales. [Consultado 2017 ago 20]. <https://adelossantos.files.wordpress.com/2010/10/teroria-del-color.pdf>.

Sotelo L. Alvis A. Arrázola G. 2015. Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L), determinación de su capacidad antioxidante. [Internet]. Ciencias Hortícolas. Scielo. (1)124-134. Colombia. [Consultado 2017 ago 05]. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a11.pdf>.

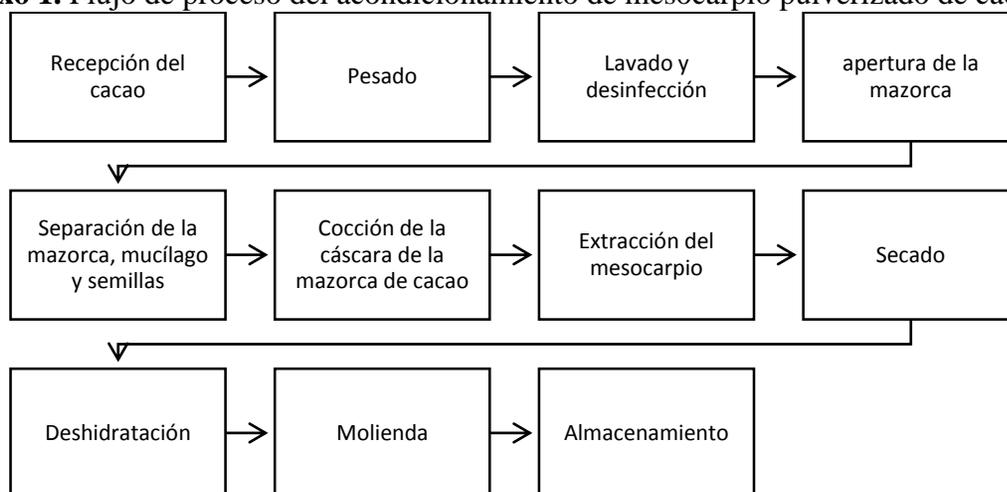
Stechina D. 2005. Estudio de obtención de pectina aplicando procesos de membrana. Universidad Nacional del Litoral. [Internet]. Facultad de Ingeniería Química. Argentina. [Consultado 2017 ago 30]. <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/241/tesis.pdf?sequence=1>.

Suárez C. Carreño S. 2011. Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como absorbente. [Internet]. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química. Colombia. [Consultado 2017 ago 29]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/137849.pdf>.

UNCTAD/OMC. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo/Organización Mundial del Comercio. 2001. Desarrollo de productos y mercados. Cacao, Guía de prácticas comerciales. [Internet]. Centro de Comercio Internacional. Ginebra. Xi. 188. [Consultado 2017 ago 12]. <http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cocoa%20-%20A%20Guide%20to%20Trade%20Practices%20Spanish.pdf>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Flujo de proceso del acondicionamiento de mesocarpio pulverizado de cacao.



Anexo 2. Viscosidad para cada tratamiento en los tres puntos analizados a 50 rpm

Espesante	pH inicial	Viscosidad (mPas)		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5		25.59 ± 4.99 ^{x a}	893.4 ± 312.0 ^{y a}
	3.5	1.000 ± 0.00 ^{x a}	55.19 ± 47.90 ^{x a}	258.4 ± 260.0 ^{x b}
	4.5		8.00 ± 9.69 ^{x a}	104.8 ± 63.9 ^{x b}
Mesocarpio 1%	2.5		23.19 ± 17.00 ^{x a}	399.9 ± 422.0 ^{y b}
	3.5	1.000 ± 0.00 ^{x a}	32.79 ± 44.40 ^{x a}	249.7 ± 158.0 ^{x b}
	4.5		45.59 ± 46.70 ^{x a}	321.5 ± 118.0 ^{y b}
Mesocarpio 2%	2.5		72.80 ± 81.70 ^{x a}	970.8 ± 383.0 ^{y c}
	3.5	1.000 ± 0.00 ^{x a}	191.10 ± 56.80 ^{x a}	905.5 ± 438.0 ^{y c}
	4.5		157.60 ± 32.40 ^{x a}	1509.0 ± 824.0 ^{y d}

^{xyz} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abcd} Valores para diferentes medias verticalmente con 96.21% coeficiente de variación (P<0.05).[£] Agua destilada ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante en porcentaje. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C)

Anexo 3. Viscosidad para cada tratamiento en los tres puntos analizados a 75 rpm

Espesante	pH inicial	Viscosidad (mPas)		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5		47.99 ± 36.90 ^{x a}	738.2 ± 189.0 ^{y a}
	3.5	1.000 ± 0.00 ^{x a}	44.32 ± 9.21 ^{x a}	246.4 ± 227.0 ^{x b}
	4.5		57.59 ± 31.10 ^{x a}	179.7 ± 81.4 ^{x b}
Mesocarpio 1%	2.5		38.92 ± 32.80 ^{x a}	627.2 ± 629.0 ^{y a}
	3.5	1.000 ± 0.00 ^{x a}	39.46 ± 49.60 ^{x a}	396.7 ± 72.3 ^{y b}
	4.5		59.19 ± 9.60 ^{x a}	482.6 ± 126.0 ^{y a}
Mesocarpio 2%	2.5		139.20 ± 77.90 ^{x a}	1273.0 ± 522.0 ^{y c}
	3.5	1.000 ± 0.00 ^{x a}	313.00 ± 98.30 ^{y a}	1170.0 ± 509.0 ^{z c}
	4.5		210.60 ± 78.90 ^{x a}	1251.0 ± 291.0 ^{y c}

^{xyz} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abcd} Valores para diferentes medias verticalmente con 96.21% coeficiente de variación (P<0.05).[£] Agua destilada. ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante en porcentaje. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C)

Anexo 4. Orientación rojo o verde de los tratamientos en los tres puntos analizados.

Espesante	pH inicial	a		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5		-0.763 ± 0.12 ^{x a}	0.250 ± 0.11 ^{x a}
	3.5	-0.140 ± 0.07 ^{x a}	-0.770 ± 0.13 ^{x a}	-0.063 ± 0.51 ^{x a}
	4.5		-0.793 ± 0.18 ^{x a}	0.127 ± 0.45 ^{x a}
Mesocarpio 1%	2.5		-0.297 ± 0.50 ^{x a}	-0.470 ± 1.35 ^{x a}
	3.5	-0.140 ± 0.07 ^{x a}	1.673 ± 0.83 ^{x a}	-0.143 ± 1.15 ^{x a}
	4.5		1.440 ± 0.53 ^{x a}	-0.463 ± 0.57 ^{x a}
Mesocarpio 2%	2.5		-0.760 ± 1.51 ^{x a}	-0.380 ± 0.20 ^{x a}
	3.5	-0.140 ± 0.07 ^{x a}	2.833 ± 1.26 ^{x a}	-0.617 ± 0.21 ^{x a}
	4.5		2.730 ± 1.01 ^{x a}	-0.387 ± 0.32 ^{x a}

^{xyz} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abcd} Valores para diferentes medias verticalmente con 96.21% coeficiente de variación (P<0.05).[£] Agua destilada. ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante en porcentaje. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C)

Anexo 5. Orientación amarillo o azul de los tratamientos en los tres puntos analizados.

Espesante	pH inicial	b		
		Inicio [£]	Medio ^σ	Final ^Δ
Pectina 0.25%	2.5		6.01 ± 0.99 ^{y a}	0.387 ± 1.25 ^{x a}
	3.5	-1.003 ± 0.112 ^{x a}	5.67 ± 1.30 ^{y a}	3.473 ± 5.75 ^{x a c}
	4.5		6.92 ± 2.06 ^{y a}	3.253 ± 5.58 ^{x a c}
Mesocarpio 1%	2.5		11.29 ± 4.03 ^{y a}	2.897 ± 0.71 ^{z a c}
	3.5	-1.003 ± 0.112 ^{x a}	22.92 ± 1.48 ^{y b}	1.743 ± 0.55 ^{z a c}
	4.5		23.79 ± 1.03 ^{y b}	3.837 ± 0.33 ^{z a c}
Mesocarpio 2%	2.5		8.48 ± 7.08 ^{y a}	-0.363 ± 2.22 ^{x a}
	3.5	-1.003 ± 0.112 ^{x a}	27.27 ± 1.03 ^{y b}	8.440 ± 1.48 ^{z b c}
	4.5		26.73 ± 2.09 ^{y b}	10.340 ± 0.60 ^{z b}

^{xyz} Valores para diferentes medias horizontalmente, ^{abcd} Valores para diferentes medias verticalmente con 96.21% coeficiente de variación (P<0.05).[£] Agua destilada. ^σ Agua con espesante y 20% de azúcar. ^Δ Agua con espesante y el azúcar total. 0.25, 1 y 2 Concentración de espesante en porcentaje. Los datos fueron tomados a temperatura ambiente (24°C)

Anexo 6. Formato de hoja de respuesta para el análisis sensorial.

Análisis sensorial de mermelada de mango	
Código:	
Fecha:	
Lea las instrucciones antes de comenzar.	
Enjuague el paladar con agua y galleta antes de cada muestra.	
Pruebe cada una de las muestras y ubique el número de bandeja y el código respectivo en las líneas de la parte inferior, al finalizar señale la muestra diferente ya que dos de estas son iguales y una es diferente.	
Bandeja N°:	_____
Ubique los códigos de las muestras:	_____
Menciones la muestra diferente:	_____
Comentarios:	
Gracias por su colaboración.	

Anexo 7. Hoja de trabajo para el análisis sensorial con prueba de triángulo.

Mermelada de mango

Fecha:

Muestras:	mesocarpio de cacao	pectina
Letra:	A	B
Número:	104 – 315	250 – 040

Orden de presentación	Numeración			Bandeja
AAB	104	315	250	1
ABA	104	040	315	2
ABB	315	250	040	3
BAA	250	315	104	4
BAB	040	315	250	5
BBA	250	040	104	6