

Efecto de dos pectinasas comerciales y su tiempo de incubación en las características físico-químicas y sensoriales de un puré de guayaba roja

Chiu Sen Marco Rafael Mack León

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de dos pectinasas comerciales y su tiempo de incubación en las características físico-químicas y sensoriales de un puré de guayaba roja

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

Chiu Sen Marco Rafael Mack León

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Efecto de dos pectinasas comerciales y su tiempo de incubación en las características físico-químicas y sensoriales de un puré de guayaba roja

Presentado por:

Chiu Sen Marco Rafael Mack León

Aprobado:

Flor de María Nuñez, M.Sc.
Asesora principal

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

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Mack León, M.R. 2011. Efecto de dos pectinasas comerciales y su tiempo de incubación en las características físico-químicas y sensoriales de un puré de guayaba roja. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 15 p.

El puré de guayaba (*Psidium guajava*) es utilizado para elaborar diversos productos como mermeladas, jaleas, dulces y jugos. El presente estudio determinó el efecto de pectinasas en las características físico-químicas y sensoriales del puré de guayaba Roja Perulera. Se evaluaron dos pectinasas comerciales (Pectinex® Ultra SP-L y Pectinex® Ultra Clear, 500 ppm) y tres tiempos de incubación (1, 1.5, y 2 horas, 50°C). Se utilizó un diseño completamente al azar y un ANDEVA con una separación de medias Tukey ($P < 0.05$). Se analizó sólidos solubles, viscosidad, rendimiento de jugo y fenoles totales al puré; se analizó claridad y acidez titulable al jugo extraído. También se realizó un análisis de costos variables. Se realizaron dos análisis sensoriales: una prueba exploratoria de aceptación (néctares a partir del puré del control y del mejor tratamiento enzimático) y una prueba de preferencia (bebidas a partir de un preparado existente y del mejor tratamiento enzimático). Los sólidos solubles, rendimiento de jugo, claridad, acidez y fenoles totales aumentaron significativamente con el uso de enzimas; mientras que la viscosidad disminuyó. Pectinex® Ultra SP-L durante 1 hora resultó como mejor tratamiento de acuerdo a costos, siendo indiferente a otros en características físico-químicas. Los néctares tuvieron igual aceptación en todos los atributos sensoriales evaluados; además los panelistas prefirieron la bebida de guayaba del preparado existente en el mercado. El uso de enzimas es vital para extraer jugo del puré, ya que ayuda en su proceso y rendimiento; sin embargo no se recomienda su utilización para elaborar bebidas con pulpa.

Palabras clave: Fenoles totales, pectina, *Psidium guajava*.

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.....	5
4 CONCLUSIONES.....	9
5 RECOMENDACIONES.....	10
6 LITERATURA CITADA.....	11
7 ANEXOS.....	13

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Características físico-químicas de puré y jugo de guayaba tratado con dos pectinasas a tres tiempos de incubación.	7
2. Costos variables para elaborar 100 kg de puré con Pectinex® Ultra SP-L y Pectinex® Ultra Clear por incubación de 1 hora.....	7
3. Aceptación entre dos néctares de guayaba: control y tratamiento enzimático más económico.	8
4. Preferencia entre dos bebidas de guayaba utilizando la formulación del preparado por la Planta Hortofrutícola Zamorano	8
Anexos	Página
1. Boleta para evaluación sensorial de aceptación	13
2. Boleta para evaluación sensorial de preferencia	15
3. Formulación y procedimiento de un preparado para una bebida de guayaba de la Planta Hortofrutícola Zamorano.....	15

1. INTRODUCCIÓN

Las frutas tropicales están adquiriendo importancia comercial (FAO 2004), entre ellas está la guayaba (*Psidium guajava* L.) debido a su potencial para producir una variedad de alimentos con valor comercial tales como: mermeladas, dulces, pastas, y jugos (Pandey y Singh 1998). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para el año 2004 estimó una producción mundial de frutas tropicales de 67.7 millones de toneladas y se estima que incremente a 82.1 millones de toneladas para el 2014. También estimó para ese mismo año una producción mundial de guayaba de 4 millones de toneladas. En el 2009 se estimó para Honduras un área de producción de 2,500 ha para el mango, mangostán y guayaba; también indica que estas frutas se encuentran en la posición 20 entre los productos que generan mayor valor (US\$13.18 millones) con una producción de 22,000 toneladas (FAO 2009). Debido a la importancia económica que tiene la guayaba se ve la necesidad de investigar más sobre el procesamiento de esta fruta.

La guayaba tiene un alto valor nutricional y con propiedades antioxidantes. Esta fruta es una fuente rica de vitamina C (70-350 mg/100 g); además posee una buena cantidad de vitamina A, calcio, fósforo, hierro, antioxidantes y pectina (Mahattanatawee *et al.* 2006; Pandey y Singh 1998). Entre los compuestos que contribuyen como antioxidantes están el ácido ascórbico y los polifenoles. Los polifenoles en la guayaba están constituidos principalmente por conjugados de ácido gálico y ácido elágico, así como también de flavonoides (Mahattanatawee *et al.* 2006). Por otro lado, la pectina es un polímero de ácido galacturónico con grupos metil ésteres que tiene la capacidad de formar geles (Damodaran *et al.* 2008). En el caso de la guayaba roja, una de las frutas tropicales con alto contenido de pectina (Mahattanatawee *et al.* 2006), hace que sea necesario agregar enzimas para mejorar la estabilidad de sus jugos, purés o néctares (Kashyap *et al.* 2001). Cuando se extrae jugo de la pulpa de guayaba se desea que sea claro y para esto es necesario que se aplique un tratamiento previo como lo es la maceración de enzimas al puré. Generalmente se utilizan cocteles de enzimas comerciales que contienen pectinasas, arabinasas y celulasas, dependiendo de su aplicación (Bates *et al.* 2001).

Las pectinasas son enzimas que degradan la pectina y se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo al lugar de acción: de-esterificadoras, de-polimerizadoras y protopectinasas (Alkorta *et al.* 1998). Estas enzimas se utilizan en la industria alimentaria con el fin de disminuir la turbidez y viscosidad, mejorar la claridad, aumentar los rendimientos, y así obtener jugos de mejor calidad (Alkorta *et al.* 1997, Bates *et al.* 2001). Existen distintas marcas de pectinasas comerciales utilizadas en la industria como lo son: Panzym® (C.H. Boehringer Sohn, Alemania), Ultrazyme® (Ciba-Geigy, A.G., Suiza), Pectolase® (Grinsteelvaeket, Dinamarca), Sclase® (Kikkoman Shoyu, Co., Japon), y Pectinex®

(Schweizerische, Suiza) (Kashyap *et al.* 2001). Estudios anteriores indican que el uso de tratamientos enzimáticos ha tenido efectos positivos en los jugos de frutas tropicales (Chopda y Barrett 2001; Montenegro *et al.* 1995; Yusof e Ibrahim 1994).

El presente estudio se enfocó en determinar el efecto de dos pectinasas comerciales a tres tiempos de incubación en el puré de guayaba mediante los siguientes objetivos:

- Determinar las características físico-químicas del puré de guayaba con el uso de pectinasas y su tiempo de incubación.
- Establecer los costos variables del mejor tratamiento enzimático.
- Determinar la aceptabilidad de un néctar hecho a partir del puré con tratamiento enzimático.
- Determinar la preferencia de una bebida de guayaba con puré tratado enzimáticamente y uno existente en el mercado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del puré. La preparación del puré se llevó a cabo en la Planta Hortofrutícola Zamorano como parte de las actividades de producción. Las guayabas (*Psidium guajava* L. var. Roja Perulera) fueron lavadas, seleccionadas y cortadas a la mitad para luego ser maceradas. Se agregó agua a una proporción de 4:1 (fruta:agua) para facilitar el proceso de maceración y se calentó a 85 °C por 30 minutos. La pulpa se pasó por un despulpador (Lube Free Speed Trol, serie JY154FCA1184A, malla de 0.33 Mesh) para separar la cáscara y semillas. Se agregó 0.1% de benzoato de sodio y se congeló a -10 °C hasta su posterior uso.

Tratamiento enzimático. Se descongeló el puré a 4 °C y se calentó hasta 50 °C para separarlo en tratamientos. Las enzimas utilizadas fueron Pectinex® Ultra SP-L (Novozymes®, Dinamarca) y Pectinex® Ultra Clear (Novozymes®, Dinamarca) a una concentración de 500 ppm por tiempos de incubación de 1, 1.5 y 2 horas. Después de la incubación, el puré fue calentado a 80°C por 20 minutos para inactivar las enzimas. Pruebas preliminares se realizaron previamente para determinar la concentración de la enzima.

Sólidos solubles totales del puré. Se midieron los sólidos solubles totales en el puré utilizando un refractómetro Spec Fisher 300003 con un rango de 0 a 80 a °Brix a 20°C (AOAC 1997).

Viscosidad del puré. Se utilizó un viscosímetro Brookfield DVII+ con el acople seis a una velocidad de 100 rpm. Los resultados fueron reportados en centipois (cp).

Rendimiento de jugo. Se pesaron 50 g de puré en un tubo y se centrifugó a 4000 rpm durante 15 minutos para separar el jugo de la pulpa. El rendimiento (peso jugo/peso muestra puré × 100) fue obtenido pesando el sobrenadante del centrifugado.

Claridad del jugo. Se tomaron muestras del jugo y se leyó el porcentaje de transmitancia en el espectrofotómetro Spectronic 20 a una longitud de onda de 650 nm utilizando agua destilada como blanco; se convirtió y reportó el dato en absorbancia (Chan y Chiang 1992).

Acidez titulable del jugo. Se tomaron muestras de 10 mL de jugo de guayaba agregándoles tres gotas de fenoltaleína y se tituló con 0.1 N de NaOH (Ranganana 1977). Se expresó la acidez titulable como ácido cítrico anhídrido (C₆H₈O₇).

Polifenoles solubles totales del puré. Se utilizó el método de cuantificación de polifenoles totales descrito por Talcott (2003). Se prepararon soluciones del reactivo comercial Folin-Ciocalteu (FC) a 0.25 N y carbonato de sodio (Na_2CO_3) a 1 M. Las muestras del puré de guayaba se diluyeron 10x con agua destilada, del cual se tomaron 100 μL y se agregó 1 mL del reactivo FC. Se esperó por 3 minutos para agregar 1 mL de carbonato de sodio. Después de 7 minutos se agregó 6 mL de agua destilada y se esperó por 45 minutos. Las muestras fueron leídas en el espectrofotómetro Spectronic 20 a una longitud de onda de 725 nm. Además se preparó una curva estándar de ácido gálico para cuantificar los fenoles totales en mg/kg, expresado en equivalente de ácido gálico.

Análisis de costos variables. Se utilizaron los resultados de viscosidad y rendimiento de jugo como criterios para determinar el mejor tratamiento enzimático en cuanto al tiempo de incubación óptima (Chopda y Barrett 2001). Se realizó un análisis de costos variables al mejor tratamiento y se comparó con el costo variable del control.

Prueba sensorial exploratoria de aceptación. La prueba exploratoria de aceptación se realizó en el Laboratorio de Evaluación Sensorial Zamorano, utilizando 60 panelistas no entrenados. Los atributos sensoriales evaluados fueron: apariencia, aroma, viscosidad, dulzura, acidez y aceptación general. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos; siendo 1 me desagradaba extremadamente y 9 me agrada extremadamente. Se evaluaron dos néctares preparados a partir del control y del puré con el mejor tratamiento enzimático y económico. Los néctares se prepararon diluyendo el puré con agua en una relación de 1:3 (puré:agua) y se estandarizó a 11 °Brix con azúcar.

Prueba sensorial de preferencia. La prueba de preferencia se ejecutó en la séptima Feria Panamericana Zamorano con 80 panelistas. Las respuestas se analizaron haciendo uso de una prueba binomial (Lawless y Heymann 1999). Se evaluaron dos bebidas preparadas a partir del puré tratado enzimáticamente y del control, utilizando la formulación de la Planta Hortofrutícola Zamorano para un preparado de guayaba. El preparado se diluyó con agua en una proporción 3:1 para obtener la bebida lista para consumir.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3×2 con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron el tipo de pectinasa comercial (Pectinex® Ultra SP-L y Pectinex® Ultra Clear; Novozymes®, Dinamarca) y tiempo de incubación (1, 1.5 y 2 horas) resultando en seis tratamientos; además se tuvo un control, para un total de siete tratamientos. Se realizaron tres repeticiones para un total de 21 unidades experimentales. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS® v.9.1) para determinar la significancia del modelo. Se realizó una separación de medias ajustadas Tukey ($p < 0.05$) para establecer diferencias significativas entre los tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólidos solubles totales del puré. El uso de pectinasas ocasionó un aumento de los sólidos solubles en comparación con el control (Cuadro 1). Pandey y Singh (1998), mencionan que los sólidos solubles incrementan debido a que los polisacáridos del puré se convierten en azúcares. Chopda y Barrett (2001), reportaron resultados similares e indican que un incremento en la concentración de la enzima y su tiempo de incubación se traduce en un aumento leve de sólidos solubles.

Viscosidad del puré. La viscosidad del puré se redujo hasta en un 50% utilizando Pectinex® Ultra Clear por una incubación de dos horas en comparación al control (Cuadro 1). El mismo efecto se observó con los demás tratamientos enzimáticos, sin embargo no se observaron diferencias significativas entre los tipos de pectinasas y sus tiempos de incubación. Montenegro *et al.* (1995), atribuye este efecto a la degradación de la pectina soluble; también reportó que la enzima Clarex-L® ayudó a reducir la viscosidad en un 63%. Esta reducción en viscosidad ayuda a la concentración de jugos (Sreenath *et al.* 1987); sin embargo en bebidas hechas directamente a partir del puré esta disminución no es deseable porque hace que pierda cuerpo y se desestabilice la suspensión coloidal que existe en ellas (Yusof e Ibrahim 1994).

Rendimiento de jugo. El rendimiento de jugo en el puré tratado con Pectinex® Ultra Clear por dos horas de incubación llegó a aumentar hasta en un 47% en comparación con el control (Cuadro 1). El incremento en el tiempo de incubación y el tipo de pectinasa no incidió significativamente en el rendimiento de jugo. Un aumento en el rendimiento de jugo se debe a que la pectina ha perdido la capacidad de retener agua mediante puentes de hidrógeno, provocando su liberación que se traduce en más jugo (Damodaran *et al.* 2008). La disminución en la viscosidad ayuda en la extracción del jugo porque facilita la filtración del puré (Alkorta *et al.* 1997). Este efecto se puede traducir en una mayor productividad en la industria de elaboración de jugos filtrados.

Claridad del jugo. La utilización de enzimas provocó que incrementara significativamente la claridad del jugo utilizando Pectinex® Ultra Clear desde 1.5 horas de incubación, como lo expresa la absorbancia; con Pectinex® Ultra SP-L no se observó este incremento. También no se observaron diferencias significativas en cuanto al tipo de pectinasa comercial y el tiempo de incubación (Cuadro 1). El incremento en la claridad ocurre por la degradación de la pectina, ya que se rompen sus matrices en suspensión que normalmente dificultaban la transmisión de luz. La degradación se logra cuando la enzima expone la carga negativa que rodeaba la pectina con la carga positiva de su núcleo, provocando la floculación de las partículas para su sedimentación (Kashyap *et al.* 2001).

Acidez titulable del jugo. La acidez del jugo aumentó significativamente con el uso de Pectinex® Ultra SP-L en comparación del control cuando se incubó por 2 horas; en el caso de Pectinex® Ultra Clear se observó desde la primera hora de incubación (Cuadro 1). Este aumento de acidez se puede atribuir a la liberación de ácidos orgánicos que se encuentran en la vacuola de la célula (Hui *et al.* 2006) mediante la degradación de la pared celular al utilizar pectinasas (Demir *et al.* 2001). La acidez toma importancia al momento de elaborar bebidas porque influye en la proporción °Brix/Acidez, y esta a su vez en la aceptación del consumidor (Bates *et al.* 2001); además ayuda a preservar el jugo (Yusof e Ibrahim 1994).

Polifenoles solubles totales del puré. Los polifenoles solubles incrementaron con el uso de ambas pectinasas en comparación del control a partir de las 2 horas de incubación. Los otros tiempos de incubación no mostraron diferencias significativas en comparación con el control (Cuadro 1). Resultados similares obtuvo Montenegro *et al.* (1995), al reportar 1,900 mg/kg de muestra (expresados en fenoles totales condensados en taninos) para el puré sin enzima y 2,112 mg/kg con tratamiento enzimático. Este incremento de polifenoles también se puede atribuir a la degradación de la pared celular y pectina (Demir *et al.* 2001), que provocó la liberación de antioxidantes que se encuentran en la vacuola (Hui *et al.* 2006).

Análisis de costos. Entre los tratamientos con enzimas no se encontraron diferencias significativas en viscosidad y rendimiento de jugo, por lo que se decidió analizar ambos tipos de enzima en el menor tiempo de incubación. El costo de la enzima Pectinex® Ultra SP-L (L. 856.93/kg) es más económico que la Pectinex® Ultra Clear (L. 1,057.84/kg); por lo tanto la primera enzima por una incubación de 1 hora resultó ser el mejor tratamiento evaluado económicamente con un costo variable de L. 677.80/100 kg puré de guayaba (Cuadro 2). Chopda y Barrett (2001), encontraron que el puré de guayaba variedad Allahaban Safeda el tratamiento enzimático de Pectinex® Ultra SP-L a una concentración de 700 ppm por 1.5 horas a 50 °C es el más eficiente y económico; esta variación en resultados puede ser por diferencias en la cantidad de pectina por ser distintas variedades. Por otro lado, Chan y Chiang (1992), indica que no es viable económicamente utilizar la enzima Novo Ultrazym 100G® en guayaba debido a que la concentración (800-1000 ppm) y tiempo de incubación (3-5 horas) necesaria son mayores a los que normalmente se utilizan en la industria. En este estudio, el costo de producir un puré tratado enzimáticamente por una hora (50 °C) es 13% más que el control, esto se debe a que los costos adicionales (enzima y tiempo de incubación) representan el 10% del total de costos variables.

Cuadro 1. Características físico-químicas de puré y jugo de guayaba tratado con dos pectinasas a tres tiempos de incubación.

Tratamiento	Tiempo de incubación (horas)	Sólidos solubles (°Brix)	Viscosidad (cp)	Rendimiento jugo (%)	Absorbancia del jugo (%)	Acidez titulable del jugo (%)	Fenoles totales (mg/kg EAG)
		Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE
Control	0.0	8.1±0.1 ^C	3,120±207 ^B	40.4±6.11 ^B	60±11 ^B	0.51±0.04 ^C	2120±66.0 ^B
	1.0	8.4±0.0 ^{AB}	2,240±397 ^A	53.7±11.0 ^{AB}	39±23 ^{AB}	0.56±0.02 ^{BC}	2350±32.0 ^{AB}
	1.5	8.6±0.0 ^A	2,080±296 ^A	55.1±12.5 ^{AB}	40±23 ^{AB}	0.57±0.01 ^{BC}	2390±200 ^{AB}
Ultra SP-L	2.0	8.6±0.0 ^A	2,010±120 ^A	55.7±9.08 ^{AB}	36±24 ^{AB}	0.60±0.02 ^{AB}	2410±34.0 ^A
	1.0	8.3±0.1 ^{BC}	2,170±303 ^A	56.2±8.78 ^{AB}	35±17 ^{AB}	0.59±0.01 ^{AB}	2370±115 ^{AB}
	1.5	8.5±0.1 ^{AB}	1,720±47.0 ^A	59.2±9.03 ^A	23±12 ^A	0.61±0.01 ^{AB}	2370±32.0 ^{AB}
Ultra Clear	2.0	8.6±0.0 ^A	1,570±185 ^A	59.3±11.1 ^A	23±10 ^A	0.65±0.02 ^A	2410±232 ^A
	CV (%)	0.89	11.7	11.1	29.5	3.86	4.28

^A, ^B, ^C: Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (P<0.05).

EAG: Equivalentes en ácido gálico.

DE: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación.

Cuadro 2. Costos variables para elaborar 100 kg de puré con Pectinex® Ultra SP-L y Pectinex® Ultra Clear por incubación de 1 hora.

Descripción	Unidad	Precio unitario (L.)	Control		Ultra SP-L 1 hora		Ultra Clear 1 hora	
			Cantidad	Precio total (L.)	Cantidad	Precio total (L.)	Cantidad	Precio total (L.)
Puré de guayaba	Kg	5.97	100.00	597.00	100.00	597.00	100.00	597.00
Enzima Ultra SP-L	Kg	853.96	-	-	0.05	42.70	-	-
Enzima Ultra Clear	Kg	1,057.84	-	-	-	-	0.05	52.89
Benzoato de sodio	Kg	30.03	0.10	3.00	0.10	3.00	0.10	3.00
Energía de vapor	Hora	26.39	-	-	1.33	35.10	1.33	35.10
Total				600.00		677.80		690.99

Prueba exploratoria de aceptación. Los néctares de guayaba hechos a partir de el control y el tratamiento con Pectinex® Ultra-SPL por 1 hora fueron aceptados moderadamente, en un rango de calificación de 6.32 a 7.42. Ambos tratamientos tuvieron igual aceptación para cada atributo evaluado (Cuadro 3). Se decidió realizar una prueba de preferencia con una bebida de guayaba para confirmar los resultados y evaluarlo con un producto ya existente en el mercado.

Cuadro 3. Aceptación entre dos néctares de guayaba: control y tratamiento enzimático más económico.

Tratamiento	Apariencia Media±DE	Aroma Media±DE	Viscosidad Media±DE	Dulzura Media±DE	Acidez Media±DE	Aceptación general Media±DE
Control	6.75±1.32 ^A	6.75±1.56 ^A	6.83±1.39 ^A	7.13±1.24 ^A	6.70±1.64 ^A	7.42±1.15 ^A
SP-L 1 hora	6.32±1.40 ^A	6.93±1.36 ^A	6.33±1.66 ^A	6.80±1.38 ^A	6.57±1.53 ^A	7.10±1.16 ^A
CV (%)	20.81	21.40	23.30	18.80	23.93	15.94

^{A, B}: Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

Prueba de preferencia. Los panelistas prefirieron significativamente la bebida de guayaba elaborada con puré del control en comparación con la del puré tratado enzimáticamente (Cuadro 4). La mayoría de panelistas que prefirieron esta bebida mencionaron la acentuación de sabor como una de las razones de su elección. Chopda y Barrett (2001), hacen referencia que los panelistas tienden a preferir una bebida turbia porque lo relacionan como un producto natural.

Cuadro 4. Preferencia entre dos bebidas de guayaba utilizando la formulación del preparado por la Planta Hortofrutícola Zamorano

Tratamiento	No. de respuestas de preferencia	No. de respuestas necesarias para significancia § (P<0.05)
Control	57	50
SP-L 1 hora	23	

§: Basado en un total de 80 respuestas

4. CONCLUSIONES

- El uso de enzimas tuvo un efecto significativo en el incremento de los sólidos solubles, rendimiento de jugo, claridad, acidez titulable y fenoles totales; además disminuyó la viscosidad del puré de guayaba variedad Roja Perulera.
- El tipo de pectinasa y el tiempo de incubación no incidieron significativamente en viscosidad, rendimiento, claridad y fenoles totales entre los tratamientos enzimáticos; sin embargo la enzima Pectinex® Ultra Clear es más efectiva para aumentar rendimiento y claridad en relación con el control.
- El mejor tratamiento enzimático fue Pectinex® Ultra SP-L por 1 hora con un costo variable de L. 669.09/100 kg de puré de guayaba.
- Los panelistas prefirieron la bebida de guayaba existente en comparación con la bebida elaborada del puré tratado enzimáticamente.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar las enzimas si se desea extraer el jugo del puré; sin embargo para bebidas con pulpa no es viable usar las enzimas en el puré de guayaba.
- Realizar estudios sobre el uso de una mezcla de pectinasas comerciales para determinar si existe sinergia en los efectos sobre las características físico-químicas del puré.
- Realizar estudios sobre el uso de pectinasas en los efectos físico-químicos del puré de guayaba utilizando tiempos de incubación menores a 1 hora y diferentes concentraciones de enzima.
- Realizar un estudio de factibilidad para justificar los costos de la enzima si en algún momento Zamorano desea utilizar estas enzimas.

6. LITERATURA CITADA

Alkorta, I.; Garbisu, C.; Llama, M.; Serra, J. 1998. Industrial applications of pectic enzymes: a review. *Process Biochemistry* 33(1):21-28

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. *Official Methods of Analysis*. 16va. Edición. Editorial AOAC International. Maryland, Estados Unidos América.

Bates, R.; Crandall, P.; Morris, J. 2001. *Principles and practices of small and medium scale fruit juice processing*. FAO. Italia.

Chan, W.; Chiang, B. 1992. Production of clear guava nectar. *International Journal of Food Science and Technology* 27:435-441

Chopda, C.A.; Barrett, D.M. 2001. Optimization of guava juice and powder production. *Journal of Food Processing Preservation* 25:411-430

Damodaran, S.; Parkin, K.; Fennema, O. 2008. *Fennema's Food Chemistry*. 4ta. Edición. CRC Press. Estados Unidos de América. 1144pp.

Demir, N.; Acar, J.; Sarioglu, K.; Mutlu, M. 2001. The use of commercial pectinase in fruit juice industry. Part 3: Immobilized pectinase for mash treatment. *Journal of Food Engineering* 47: 275-280

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Current situation and medium-term outlook for tropical fruits. En línea. Consultado el 20 de septiembre de 2011. Disponible en: http://www.fao.org/es/esc/en/15/217/highlight_218.html

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Food and Agricultural commodities production of Honduras. En línea. Consultado el 28 de agosto de 2011. Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?pageid=339&country=95&lang=es>

Hui, Y.; Nollet, L.; Paliyath, G.; Simpson, B. 2006. *Food biochemistry and food processing*. 1ra. Edición. Blackwell Publishing. Estados Unidos de América. 769pp.

Kashyap, D.R.; Vohra, P.K.; Chopra, S.; Tewari, R. 2001. Applications of pectinases in the comercial sector: a review. *Biosource Technology* 77:215-227

Lawless, H.T.; Heymann, H. 1999. Sensory Evaluation of Food: principles and practices. Editorial Chapman & Hall. Estados Unidos de América. 848pp.

Mahattanatawee, K.; Manthey, J.; Luzio, G.; Talcott, S.; Goodner, K.; Baldwin, E. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54: 7355-7363

Montenegro, I.; Arraes, G.; Wilane, R. 1995. Physical-chemical changes during extraction and clarification of guava juice. *Food Chemistry* 54(4): 383-386

Pandey, A.K.; Singh, I.S. 1998. Studies on preparation and preservation of guava squash. *Prog. Hort.* 30(3-4):190-193

Ranganana, S. 1977. Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products. 2da Edición. Mc Graw-Hill. 1113pp.

Sreenath, H.K.; Nanjudaswamy, A.M.; Sreekantiah, K.R. 1987. Effect of various cellulases and pectinases on viscosity reduction of mango pulp. *Journal of Food Science* 52(1): 230-231

Statistical Analysis System. 2009. SAS Users Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary NC.

Talcott, S.; Percival, S.; Pittet-Moore, J.; Celoria, C. 2003. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51:935-941

Yusof, S.; Ibrahim, N. 1994. Quality of soursop juice after pectinase enzyme treatment. *Food Chemistry* 51:83-88

7. ANEXOS

Anexo 1. Boleta para evaluación sensorial de aceptación

Fecha: _____

No. Panelista: _____

Instrucciones:

1. Pruebe las muestras de izquierda a derecha y escriba el código en el espacio correspondiente.
 2. Marque con una "X" el cuadro adecuado según su evaluación para los atributos de apariencia, aroma, viscosidad, dulzura, acidez, y aceptación general.
 3. Entre cada muestra enjuagar su paladar mediante el consumo de galleta de soda y agua que se le proporciona.
-

Muestra: _____

Apariencia

Desagrada
extremadamente

Ni desagrada /
Ni agrada

Agrada
extremadamente

Aroma

Desagrada
extremadamente

Ni desagrada /
Ni agrada

Agrada
extremadamente

Viscosidad (sensación en boca)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Desagrada
extremadamenteNi desagrada /
Ni agradaAgrada
extremadamente**Dulzura**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Desagrada
extremadamenteNi desagrada /
Ni agradaAgrada
extremadamente**Acidez**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Desagrada
extremadamenteNi desagrada /
Ni agradaAgrada
extremadamente**Aceptación general**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Desagrada
extremadamenteNi desagrada /
Ni agradaAgrada
extremadamente

Anexo 2. Boleta para evaluación sensorial de preferencia

Fecha: _____

No. Panelista: _____

Instrucciones:

1. Pruebe las dos muestras de izquierda a derecha y marque con una “X” el cuadro correspondiente a la muestra que prefiere.
2. Recuerde enjuagar su paladar entre cada muestra mediante el consumo de una galleta de soda y agua que se le proporciona.

¿Qué muestra prefiere?

165

397

Comentarios. ¿Por qué prefiere esa muestra?

Anexo 3. Formulación y procedimiento de un preparado para una bebida de guayaba de la Planta Hortofrutícola Zamorano

Ingrediente	Porcentaje
Puré de guayaba	28.7
Agua	32.0
Azúcar	39.0
Ácido cítrico	0.3

Procedimiento. Se mezcla el puré de guayaba con el agua y se calienta hasta 50°C para agregar la mitad del azúcar hasta solubilizarlo. Posteriormente se vuelve a calentar hasta alcanzar 60°C para agregar el resto de azúcar y ácido cítrico y cerciorarse que se solubilice por completo. Se vuelve a calentar a 80°C durante 10 minutos y se empaca.