

Desarrollo de jalea de guayaba (*Psidium guajava*) reducida en azúcar, utilizando sucralosa como edulcorante no calórico

Erick Adrián Batista Sánchez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de jalea de guayaba (*Psidium guajava*) reducida en azúcar, utilizando sucralosa como edulcorante no calórico

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

Erick Adrián Batista Sánchez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Desarrollo de jalea de guayaba (*Psidium guajava*) reducida en azúcar, utilizando sucralosa como edulcorante no calórico

Presentado por:

Erick Adrián Batista Sánchez

Aprobado:

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor principal

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

Paola Carrillo M.Sc.
Asesora

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Desarrollo de jalea de guayaba (*Psidium guajava*) reducida en azúcar, utilizando sucralosa como edulcorante no calórico.

Erick Adrián Batista Sánchez

Resumen: La jalea de guayaba es uno de los productos más producidos en la Planta Hortofrutícola Zamorano. Es endulzada solo con azúcar y no ofrece una alternativa en el segmento de conservas reducidas en azúcar que se encuentra en constante crecimiento. Los objetivos del estudio fueron desarrollar una jalea de guayaba reducida en azúcar y evaluarla fisicoquímica y sensorialmente, además de estimar su contenido calórico y evaluar los costos de producción. Se formularon siete tratamientos en base a la jalea de la Planta Hortofrutícola, denominada control; esta se redujo en 100, 50 y 25% de azúcar, agregando Splenda® al 2.0, 1.0 y 0.5% respectivamente y se utilizó pectina y goma guar como agentes espesantes. El diseño fue de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial de 3×2 y tres repeticiones, totalizando 21 Unidades experimentales. Se evaluó color, viscosidad, °Brix y pH. También se realizó un análisis microbiológico con la técnica del número más probable para coliformes totales, una prueba sensorial de aceptación y otra preferencial por ranking. La viscosidad e intensidad del color de la jalea disminuyeron al reducir el contenido de azúcar. Los panelistas aceptaron por igual el control y las reducciones de 25 y 50% de azúcar con ambas gomas. Una reducción de 25% o más de azúcar denomina a la jalea como reducida en azúcar. Los costos de producción aumentaron a medida que se redujo el azúcar. La jalea de guayaba con 25% menos azúcar es la más viable al presentar el menor aumento en costos.

Palabras clave: Goma guar, pectina y Splenda®.

Abstract: Guava jelly is one of the most produced products at the Zamorano's Fruit and Vegetable Processing Plant. It is sweetened with sugar so it does not offers an alternative in the reduced sugar preserves segment that grows every day. The objectives of the study were to develop a reduced sugar guava jelly and to evaluate its physicochemical and sensorial characteristics, the caloric content was also estimated and the costs of production were evaluated. Seven formulations were made based on the Fruit and Vegetable Processing Plant jelly, called control; it was reduced in 100, 50 and 25% sugar, adding Splenda® at 2.0, 1.0 and 0.5% respectively, using pectin and guar gum as thickening additives. A complete randomized block design was used; with a 3×2 factorial arrangement and three replications, totaling 21 experimental units. Color, viscosity, °Brix and pH of the jelly were evaluated. A microbiological analysis was performed using the most probable number technique for total coliforms count; an acceptance test and a preference ranking test were also applied. The viscosity and color intensity of the guava jelly were negatively affected by reducing the sugar content. Panelists alike accepted control, 25 and 50% sugar reduction jellies, regardless the gum used. A 25% less sugar jelly can be branded as reduced in sugar. The production costs increased by reducing the sugar content. The 25% less sugar guava jelly is the most viable because it had the smallest increase in costs.

Key words: Guar gum, pectin and Splenda®.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES.....	15
5 RECOMENDACIONES.....	16
6 LITERATURA CITADA.....	17
7 ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Formulaciones de jalea de guayaba reducida en azúcar.	5
2. Diseño experimental del estudio.	6
3. Análisis de color en la escala L a b.	7
4. Análisis fisicoquímicos.	8
5. Resultados de prueba sensorial de preferencia por ranking.	11
6. Resultados de prueba sensorial de aceptación.	10
7. Costos de producción de 195 unidades de 270 g de jalea de guayaba.	13

Figuras	Página
1. Flujo de proceso de jalea de guayaba reducida en azúcar.	4
2. Etiquetas nutricionales de jalea de guayaba reducida en azúcar.	12

Anexos	Página
1. Formato de evaluación de prueba preferencial.	19

1. INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava*) es un arbusto perenne de la familia Myrtaceae, originario de América y presente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Su fruta se consume fresca y es ampliamente utilizada en la elaboración de productos hortofrutícolas procesados como mermeladas, jaleas, bases para refrescos e incluso vinos (FAO 2006). La guayaba generalmente se agrupa junto con el mango y el mangostán en el rubro de frutas tropicales secundarias, el cual en 2008 alcanzó una producción mundial de 34.3 millones de toneladas, siendo China, India y México los principales productores. En Centroamérica Costa Rica sobresale como el mayor productor y en Honduras, para el año 2008 la producción fue de 25,800 toneladas, concentradas en la región del Valle de Comayagua (Chavarría 2010).

El *Codex Alimentarius* define a la jalea como el producto preparado con el zumo, jugo o extractos acuosos de una o más frutas, mezclado con ingredientes alimenticios que le otorgan un sabor dulce, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa semisólida (*Codex Alimentarius* 2009). La textura y viscosidad de la jalea dependen de varios factores, entre ellos: la relación fruta-azúcar y la concentración de sólidos disueltos en el producto terminado. Con el propósito de obtener productos con textura y viscosidad relativamente uniformes, se recurre a la adición de gomas naturales como las pectinas, guar y xanthan. Las gomas, también llamadas hidrocoloides, son polisacáridos complejos de alto peso molecular, capaces de formar geles bajo ciertas condiciones. Además, son solubles en agua y no contienen grasas. Al formar geles de gran viscosidad contribuyen a retener la humedad en los productos y al mismo tiempo le brindan estabilidad y alargan su vida anaquel (Fuster 2004).

Cada vez más personas sufren de enfermedades crónicas a nivel mundial, entre ellas las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes y la obesidad. En el 2001 estas enfermedades representaron aproximadamente el 59% del total de defunciones reportadas en el mundo. Es por esto que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sugieren modificaciones en la dieta cotidiana como la reducción del consumo de alimentos muy energéticos, con alto contenido de grasas saturadas y azúcar, y el aumento de la ingesta de frutas y hortalizas frescas (OMS 2003). Como respuesta a estas nuevas tendencias de consumo surgen los alimentos reducidos y/o bajos en azúcar.

Un producto alimentario se puede denominar reducido en azúcar cuando presenta una disminución de al menos 25% en comparación al producto de referencia y, se considera sin azúcar cuando tiene menos de 0.5 g de azúcares por porción normalmente consumida. En cuanto a calorías se puede denominar reducido en calorías cuando presenta 25%

menos por porción que el alimento de referencia, bajo en calorías cuando tiene 40 calorías o menos por porción o por cada 50 g si la porción es pequeña (menos de 30 g) y, sin calorías cuando tiene menos de cinco calorías por porción etiquetada. Además, se permite la declaración sin azúcares agregados cuando no se agrega azúcar o ingredientes que contienen azúcar durante la elaboración del producto (FDA 2009).

Los edulcorantes no calóricos brindan una oportunidad a los consumidores de disminuir el consumo de calorías que provienen del azúcar. La sucralosa es un edulcorante 600 veces más dulce que la sacarosa, no aporta ningún nutriente y se sintetiza por halogenación selectiva de la sacarosa, reemplazando los tres grupos hidroxilo de las posiciones cuatro, uno y seis por tres átomos de cloro (Rodero *et al.* 2009). La sucralosa es muy estable a temperaturas elevadas, las cuales generalmente se utilizan durante el procesamiento de alimentos; también presenta una excelente estabilidad en productos de bajo pH, haciendo que los niveles de dulzura se mantengan inalterados durante la vida anaquel del producto (Lee y Munro 2009).

Los objetivos del estudio fueron:

- Desarrollar una jalea de guayaba reducida en azúcar.
- Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la jalea de guayaba reducida en azúcar.
- Estimar el contenido calórico de la jalea.
- Determinar los costos de producción de la jalea de guayaba reducida en azúcar.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El estudio se llevó a cabo en: la Planta de Procesamiento Hortofrutícola Zamorano (PHF), el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ), el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Estas instalaciones forman parte del Departamento de Agroindustria Alimentaria ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, localizada en el Km 30 carretera hacia Danlí, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Pruebas preliminares. Se realizaron pruebas preliminares en las que se determinó la concentración de goma necesaria para obtener una jalea, debido a que la disminución de la cantidad de azúcar utilizada en la formulación dificultó la capacidad gelificante de las gomas. También se determinaron las concentraciones de sólidos solubles que se podían alcanzar en los tratamientos, dependiendo del porcentaje de reducción de azúcar.

Formulaciones. Los tratamientos se desarrollaron en base a la formulación actual de jalea de guayaba de la PHF, elaborada con 100% azúcar; esta cantidad de azúcar se redujo en 100, 50 y 25%; dichas reducciones se sustituyeron adicionando splenda[®] al 2.0, 1.0 y 0.5% respectivamente. Además se utilizaron dos gomas: pectina y goma guar, obteniendo un total de siete tratamientos (Cuadro 1).

Flujo de proceso. Se utilizó el flujo de proceso de jalea de guayaba de la PHF como referencia. Los tratamientos con 100% reducción de azúcar se concentraron a 15° Brix, los reducidos en 50% azúcar a 48 °Brix, los reducidos en 25% azúcar a 58 °Brix y el control se concentró a 65-66 °Brix. Para preparar los tratamientos se utilizó puré de guayaba de la PHF con una concentración de 7 a 8 °Brix, pectina de alto metóxilo, goma guar, ácido cítrico y sucralosa en presentación granulada de la marca comercial Splenda[®].

Análisis físicos. La medición de color de la jalea se realizó con el equipo Colorflex[®] Hunter Lab y se registraron tres mediciones de color en la escala L a b para cada unidad experimental (ASTM D6290). Para medir la viscosidad de los tratamientos se utilizó el Reómetro Brookfield[®] DV-III con el acople 64. Todas las unidades experimentales fueron evaluadas tres veces a una velocidad de tres revoluciones por minuto (rpm) y a una temperatura que osciló entre 23° y 24 °C (ASTM D2983).

Análisis químicos. La concentración de sólidos solubles (°Brix) se midió 24 horas después de elaborar la jalea, a temperatura ambiente, usando el refractómetro marca ATAGO[®] Pocket refractometer (AOAC 932.12). Cada unidad experimental se evaluó por triplicado. La acidez expresada en pH de cada unidad experimental se determinó utilizando el potenciómetro portátil H130 MiniLab, marca HACH[®] (AOAC 981.12).

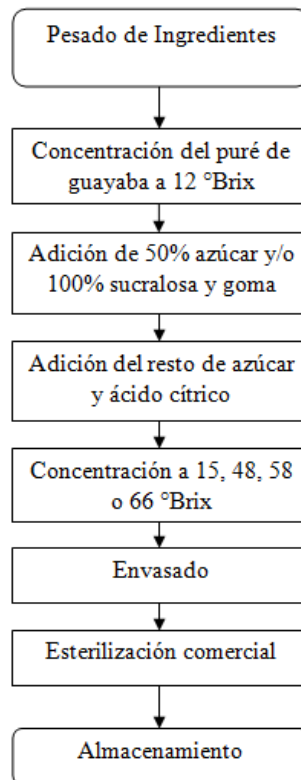


Figura 1. Flujo de proceso de jalea de guayaba reducida en azúcar.

Análisis microbiológico. Para asegurar la inocuidad de los tratamientos se llevó a cabo una estimación de coliformes totales utilizando la técnica del número más probable (NMP) con agar lauril triptosa. Se hicieron diluciones de muestra de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} .

Análisis sensorial. Se aplicó una prueba sensorial de aceptación a 75 panelistas no capacitados en un rango de edad de 17 a 26 años y se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, siendo el número uno “me disgusta extremadamente”, pasando por el cinco “ni me gusta, ni me disgusta” y el número nueve “me gusta extremadamente”. Cada repetición se evaluó en una sola sesión en la cual los panelistas evaluarán las siete formulaciones de jalea de guayaba, tomando un descanso de cinco minutos luego de probar las primeras cuatro muestras, posteriormente se presentaron las tres muestras restantes. Los atributos evaluados en la jalea fueron: color, olor, consistencia, sabor y aceptación general. A cada panelista se le ofrecieron aproximadamente 5 gramos de cada formulación en copas plásticas de muestra con capacidad de una onza, galletas de soda para limpiar el paladar y un vaso con agua. Los tratamientos se identificaron con códigos de tres dígitos al azar.

Etiqueta nutricional. Se elaboró la etiqueta nutricional de cada tratamiento en el Laboratorio de Nutrición Humana Zamorano con el programa “The Food Processor” SQL versión 10.10, se introdujeron los ingredientes de cada formulación en sus respectivas cantidades (Cuadro 2) y el software estimó el contenido calórico de la jalea.

Cuadro 1. Formulaciones de jalea de guayaba reducida en azúcar.

Tratamiento	Reducción de azúcar %	Ingredientes	Proporción %
Control	0	Puré de Guayaba	48.0
		Azúcar	50.7
		Pectina	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	0.0
T1	100	Puré de Guayaba	96.7
		Azúcar	0.0
		Goma guar	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	2.0
T2	100	Puré de Guayaba	96.7
		Azúcar	0.0
		Pectina	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	2.0
T3	50	Puré de Guayaba	73.2
		Azúcar	24.5
		Goma guar	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	1.0
T4	50	Puré de Guayaba	73.2
		Azúcar	24.5
		Pectina	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	1.0
T5	25	Puré de Guayaba	59.9
		Azúcar	38.3
		Goma guar	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	0.5
T6	25	Puré de Guayaba	59.9
		Azúcar	38.3
		Pectina	1.0
		Ácido cítrico	0.3
		Splenda®	0.5

Fuente: PHF Zamorano (2013), adaptado por el autor.

Análisis sensorial de preferencia. Se realizó una prueba de preferencia por ranking con el control y los dos tratamientos con las medias de aceptación más altas a 55 panelistas no capacitados. La prueba se realizó en el stand de la carrera de Agroindustria Alimentaria

durante la novena Fiesta Panamericana celebrada en la EAP Zamorano. Complementariamente la prueba de preferencia se aplicó a 25 personas en el Laboratorio de Análisis Sensorial, sumando 80 panelistas entre 18 y 62 años de edad.

Análisis de costos. Se realizó un análisis de costos de producción de jalea de guayaba reducida en azúcar, utilizando Splenda[®], para determinar si es viable su producción a escala comercial en la PHF Zamorano.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 3×2, consistente en tres reducciones de azúcar y dos gomas, además de la formulación original de jalea de guayaba de la PHF elaborada con 100% azúcar y denominada control. En reemplazo de sacarosa se adicionó Splenda[®]. Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento, incluyendo el control; obteniendo así 21 unidades experimentales. Los datos se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANDEVA), usando una separación de medias “Lsmeans” para los análisis fisicoquímicos y, para las pruebas sensoriales se utilizó una separación de medias “Duncan”, con una probabilidad P<0.05. Se utilizó la versión 9.1 del programa “Statistical Analysis System” (SAS[®]).

Cuadro 2. Diseño experimental del estudio.

Reducción de azúcar (%)	Splenda (%)	Gomas	
		Guar 1%	Pectina 1%
100	2.0	T1	T2
50	1.0	T3	T4
25	0.5	T5	T6
0	0.0	-	Control ^ε

^ε Formulación regular de jalea de guayaba de la PHF Zamorano con 100% sacarosa y pectina de alto metóxilo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de color. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable L (Cuadro 3). La jalea con reducción del 25% de azúcar y elaborada con pectina fue el único tratamiento que mantuvo el color similar al del control en las tres escalas evaluadas. Lo anterior se debe a que a medida que se agregó mayor cantidad de azúcar, se liberaron pigmentos macromoleculares oscuros por consecuencia de la hidrólisis de la sacarosa que ocurre en medios ácidos y del pardeamiento enzimático, el cual es provocado por la enzima polifenol oxidasa (PPO) (Diaz y Clotet 1993). Además, el color de la jalea fue afectado por la caramelización parcial de la sacarosa que ocurre a temperaturas superiores a los 120 °C (Brown 2010). Los tratamientos con reducciones del 100% de azúcar presentaron las medias de luminosidad más altas, es decir una intensidad de color más baja por la ausencia de azúcar.

Para la variable a la tonalidad rojiza fue mayor a medida que se incrementó el porcentaje de puré de guayaba en la formulación, esto debido a la alta concentración de licopeno que posee esta fruta, 44.1 µg/g en promedio (Ventosa *et al.* 2004). Este carotenoide es un poderoso antioxidante y colorante, responsable de la pigmentación roja en alimentos como el tomate (Cardona *et al.* 2006). La escala de color b indicó que a mayor proporción de puré de guayaba en la jalea la tonalidad amarilla aumentó y, al adicionar azúcar, esta disminuyó. La degradación del ácido ascórbico que contiene la guayaba, provocada por tratamiento térmico y almacenamiento, puede ser responsable del empardeamiento del puré (Habiba *et al.* 2008). Además, la presencia de carotenoides en el puré de guayaba también pudo influir en el aumento de la tonalidad amarilla en la escala b (Latham 2002).

Cuadro 3. Análisis de color en la escala L a b.

Reducción de azúcar %	Splenda® %	Goma (1%)	Medias ± DE [¥]		
			L	a	b
100	2.0	Guar	33.0 ± 0.4 ^A	18.9 ± 0.6 ^A	14.8 ± 0.5 ^A
100	2.0	Pectina	31.7 ± 1.9 ^A	18.1 ± 1.2 ^A	14.3 ± 0.5 ^A
50	1.0	Guar	25.1 ± 0.6 ^B	17.4 ± 0.8 ^{AB}	12.2 ± 0.4 ^B
50	1.0	Pectina	24.3 ± 1.1 ^B	18.2 ± 1.0 ^A	12.2 ± 0.7 ^B
25	0.5	Guar	24.2 ± 0.8 ^B	17.7 ± 1.1 ^{AB}	12.0 ± 0.5 ^B
25	0.5	Pectina	21.8 ± 0.5 ^{BC}	16.8 ± 0.9 ^{BC}	11.1 ± 0.5 ^C
Control	0.0	Pectina	20.7 ± 0.6 ^C	15.7 ± 0.6 ^C	10.2 ± 0.2 ^D
CV% [£]			3.91	4.83	3.68

[¥]: Desviación estándar. ^{ABC}: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columnas (P<0.05). [£]: Coeficiente de variación.

Análisis de sólidos solubles. Existieron diferencias significativas entre las reducciones de azúcar ($P < 0.05$) (Cuadro 4). La concentración de sólidos solubles disminuyó a medida que se redujo la cantidad de azúcar y evitó que los tratamientos, exceptuando el control, alcanzaran el parámetro de sólidos solubles del *Codex Alimentarius*, el cual estipula una concentración mayor a 60 °Brix para jaleas de frutas. No obstante, al tratarse de un producto reducido en azúcar, esta concentración de sólidos solubles no es indispensable (*Codex Alimentarius* 2009, FDA 2013). Además la sucralosa, comparada en peso, es 600 veces más dulce que la sacarosa (Lee y Munro 2009), por lo tanto la cantidad que se utilizó para endulzar la jalea fue mucho menor que la cantidad de azúcar utilizada en el control.

Evaluación de acidez. Todos los tratamientos mantuvieron el pH necesario para la gelificación de las gomas utilizadas (Cuadro 4). Esto indica que las gomas no alteraron el pH de las jaleas, el cual era ajustado con ácido cítrico al 0.3% en todos los tratamientos. La pectina de alto metóxilo forma geles en pH de 2.0 a 3.8, en cambio la goma guar posee un rango más amplio de acción que va desde pH 1.0 hasta 10.5, esto debido a que no posee grupos ionizables, característica que la hace prácticamente inalterable a cambios en el pH (Díaz 2010). La norma para jaleas del *Codex Alimentarius* no establece un valor de pH óptimo (*Codex Alimentarius* 2009) y el Código de Reglamentaciones Federales (CFR) de la FDA tampoco (FDA 2013). Sin embargo, las jaleas y mermeladas generalmente presentan valores de pH entre 2.8 y 3.5 para que su capacidad de preservación se mantenga. (Anrrango y Burbano 2012, Rosero *et al.* 2013).

Análisis de viscosidad. Las medias de viscosidad de todos los tratamientos fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) (Cuadro 4). Esto debido a que la cantidad de azúcar agregada tiene un efecto positivo en la dureza del gel (Rosero *et al.* 2013). El control presentó la mayor viscosidad debido a la alta concentración de sólidos solubles. Los tratamientos con goma guar fueron más viscosos que los tratamientos elaborados con pectina. A pesar de que la viscosidad disminuyó, los tratamientos mantuvieron una consistencia gelatinosa semisólida propia de una jalea (*Codex Alimentarius* 2009).

Cuadro 4. Análisis fisicoquímicos.

Reducción de azúcar %	Splenda® %	Goma (1%)	Medias ± DE [¥]		
			°Brix	pH	Viscosidad (Pa.s)
100	2.0	Guar	15.2 ± 0.3 ^F	2.9 ± 0.0 ^A	122.8 ± 0.4 ^C
100	2.0	Pectina	15.7 ± 0.2 ^E	3.1 ± 0.1 ^A	103.8 ± 3.5 ^D
50	1.0	Guar	48.3 ± 0.5 ^D	2.9 ± 0.2 ^A	143.4 ± 2.9 ^B
50	1.0	Pectina	48.0 ± 0.3 ^D	2.9 ± 0.1 ^A	64.6 ± 1.8 ^F
25	0.5	Guar	58.8 ± 0.1 ^C	3.0 ± 0.2 ^A	121.8 ± 2.9 ^C
25	0.5	Pectina	58.3 ± 0.1 ^B	3.0 ± 0.1 ^A	78.3 ± 0.7 ^E
Control	0.0	Pectina	65.9 ± 0.1 ^A	2.9 ± 0.1 ^A	184.6 ± 2.6 ^A
CV% [£]			0.56	4.35	2.15

[¥]: Desviación estándar. ^{ABC}: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columnas ($P < 0.05$). [£]: Coeficiente de variación.

Análisis Microbiológico. El muestreo microbiológico de todos los tratamientos indicó una presencia menor a tres números más probables por gramo y descartó la presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli*. El sellado al vacío durante la esterilización de los frascos de jalea evitó el crecimiento de mohos por la exclusión del oxígeno, además de mantener bajo control la pérdida de humedad y la oxidación (Arellano Morales y Díaz Arias 2012).

Análisis sensorial de aceptación. Como se esperaba, las medias de aceptación de color más altas corresponden al control con 100% azúcar pero, estadísticamente los panelistas aceptaron por igual el control y los tratamientos con reducciones de 50 y 25%, sin importar la goma utilizada, expresando una aceptación de “me gusta poco” a “me gusta moderadamente”. Las jaleas reducidas en 100% azúcar con ambas gomas obtuvieron las calificaciones de color más bajas, indicando un “me desagrada moderadamente” o “me desagrada poco” (Cuadro 6). En cuanto a aroma los panelistas indicaron una aceptación entre “me gusta poco” y “me gusta moderadamente” para el control y los tratamientos con reducciones de 25 y 50% de azúcar con ambas gomas. Una vez más las reducciones de 100% azúcar obtuvieron la aceptación más baja ya que los panelistas fueron indiferentes ante este atributo, dándole una calificación de “ni me gusta ni me disgusta”.

La consistencia del control y de los tratamientos con reducción de 25 y 50% azúcar, con ambas gomas, fueron aceptados por igual por los panelistas, obteniendo apreciaciones de “me gusta poco” a “me gusta moderadamente”. En cambio las jaleas reducidas en 100% azúcar fueron evaluadas como “me disgusta poco” por los panelistas. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas, el tratamiento con reducción de 25% azúcar y pectina obtuvo la aceptación de consistencia más alta, incluso mayor que la que obtuvo el control, lo cual demuestra que los panelistas prefirieron una consistencia menos viscosa (Cuadro 4) y más untable que la de la jalea de guayaba de la PHF con 100% azúcar (Cuadro 6).

Los panelistas aceptaron por igual el sabor de la jalea control y de las reducidas en 25 y 50% azúcar, sin diferenciar entre la goma utilizada. Las calificaciones obtenidas fueron de “me gusta poco” a “me gusta moderadamente”. Al igual que en los atributos de color, aroma y consistencia, las jaleas reducidas en 100% azúcar y con ambas gomas, obtuvieron las apreciaciones más bajas, siendo evaluadas como “me disgusta poco”. La aceptación general reflejó la misma evaluación de los demás atributos, siendo de “me gusta poco” a “me gusta moderadamente” para el control y las jaleas con reducción de 25 y 50% azúcar, sin diferencias entre las gomas utilizadas. Las jaleas con reducción de 100% azúcar fueron las menos aceptadas, presentando calificaciones de “me disgusta poco”

Análisis Sensorial de Preferencia. Los panelistas prefirieron por igual las tres formulaciones evaluadas (control, tratamiento con reducción del 50% de azúcar usando pectina y el tratamiento con reducción del 25% de azúcar, también con pectina) ya que no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de prueba sensorial de aceptación.

Reducción de azúcar %	Splenda® %	Goma (1%)	Medias ± DE [¥]				
			Color	Aroma	Consistencia	Sabor	Aceptación General
100	2.0	Guar	3.8 ± 2.01 ^C	5.5 ± 1.95 ^B	4.2 ± 1.99 ^C	3.8 ± 2.09 ^B	4.0 ± 1.81 ^B
100	2.0	Pectina	3.4 ± 1.79 ^C	5.4 ± 1.75 ^B	4.1 ± 1.92 ^C	3.8 ± 2.11 ^B	3.8 ± 1.77 ^B
50	1.0	Guar	6.5 ± 1.60 ^B	6.7 ± 1.28 ^A	6.1 ± 1.89 ^{AB}	6.4 ± 1.81 ^A	6.2 ± 1.66 ^A
50	1.0	Pectina	6.6 ± 1.41 ^{AB}	6.8 ± 1.36 ^A	6.2 ± 1.81 ^{AB}	6.2 ± 1.99 ^A	6.4 ± 1.66 ^A
25	0.5	Guar	6.6 ± 1.37 ^A	6.6 ± 1.38 ^A	5.8 ± 2.02 ^B	6.4 ± 1.78 ^A	6.4 ± 1.59 ^A
25	0.5	Pectina	6.9 ± 1.28 ^A	6.8 ± 1.44 ^A	6.6 ± 1.81 ^A	6.4 ± 2.01 ^A	6.6 ± 1.69 ^A
Control	0.0	Pectina	7.2 ± 1.12 ^A	7.0 ± 1.29 ^A	6.3 ± 2.11 ^{AB}	6.9 ± 1.66 ^A	6.7 ± 1.62 ^A
CV%[£]			26.3	23.7	34.8	33.9	29.5

[¥]: Desviación estándar. [£]: Coeficiente de variación. ^{ABC}: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columnas (P<0.05).

Etiqueta nutricional. Se desarrollaron cuatro etiquetas de información nutricional correspondientes al tratamiento control y a las tres reducciones de azúcar (Figura 2), esto debido a que la utilización de goma guar en vez de pectina no afectó el contenido calórico de las jaleas. De acuerdo a las etiquetas nutricionales la reducción del 100% de azúcar implica una disminución del 62.5% del contenido calórico o 25 calorías menos por cada porción de 20 g. Esta disminución permite denominarla baja en calorías y sin azúcar agregada (FDA 2009).

La reducción del 50% de azúcar mostró una disminución del 25% de calorías, lo que permite denominarla reducida en calorías y reducida en azúcar. La reducción del 25% de azúcar señaló una disminución del 12.5% de calorías, siendo insuficiente como para poder llamarla reducida en calorías, no obstante la identidad de reducida en azúcar sí se mantiene (FDA 2009). Todas las jaleas se compararon contra el contenido calórico de la jalea de guayaba de la PHF Zamorano, el cual fue de 40 calorías por porción etiquetada.

Cuadro 6. Resultados de prueba sensorial de preferencia por ranking.

Reducción (%)	Splenda® %	Goma (1%)	Media ± DE [¥]
50	1.0	Pectina	1.95 ± 0.84 ^A
25	0.5	Pectina	2.12 ± 0.84 ^A
Control	0.0	Pectina	1.90 ± 0.79 ^A
CV% [£]			48.4

[¥]: Desviación estándar. ^{AB}: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columnas (P<0.05). [£]: Coeficiente de variación.

Análisis de costos. Para realizar el análisis de costos variables se utilizaron como referencia los costos de producción por tanda de 62 kg (195 frascos de 270 g) de jalea de guayaba de la PHF Zamorano y un rendimiento aproximado del 85% para el control. El rendimiento aproximado de los demás tratamientos se calculó dividiendo el peso de jalea final entre el peso de jalea inicial, multiplicado por 100. Para las reducciones de 100% azúcar se obtuvo un rendimiento promedio de 71% y, para las reducciones de 50 y 25% azúcar se obtuvo un rendimiento de 78%. Los costos totales de producción se calcularon tomando en cuenta el rendimiento aproximado de cada formulación (Cuadro 7).

Se puede apreciar que existe una relación inversa entre la reducción de azúcar y el costo total de cada formulación, esto debido al alto precio del sustituto de azúcar Splenda®. Asimismo el azúcar que se extrae de la formulación debe ser reemplazado por puré de guayaba; ambos ingredientes tienen precios similares, por lo tanto, esta reducción no implica un ahorro en la formulación original. El rendimiento también disminuyó mientras menos azúcar se añadió a la formulación.

Información Nutricional	
Tamaño Por Ración 20 g	*A
Raciones Por Envase Aprox.	
Cantidad Por Porción	
Calorías 15	Calorías de Grasas 0
% Valor Diario*	
Grasa Total 0g	0%
Grasa Saturada 0	0%
Ácidos Grasos Trans 0g	
Colesterol 0mg	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 3g	1%
Fibra Dietética 1g	4%
Azúcares 1g	
Proteínas 0g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 10%
Calcio 0%	Hierro 0%

Información Nutricional	
Tamaño Por Ración 20 g	*B
Raciones Por Envase Aprox.	
Cantidad Por Porción	
Calorías 30	Calorías de Grasas 0
% Valor Diario*	
Grasa Total 0g	0%
Grasa Saturada 0	0%
Ácidos Grasos Trans 0g	
Colesterol 0mg	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 7g	2%
Fibra Dietética 1g	4%
Azúcares 6g	
Proteínas 0g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 8%
Calcio 0%	Hierro 0%

Información Nutricional	
Tamaño Por Ración 20 g	*C
Raciones Por Envase Aprox.	
Cantidad Por Porción	
Calorías 35	Calorías de Grasas 0
% Valor Diario*	
Grasa Total 0g	0%
Grasa Saturada 0	0%
Ácidos Grasos Trans 0g	
Colesterol 0mg	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 10g	3%
Fibra Dietética 1g	4%
Azúcares 9g	
Proteínas 0g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 6%
Calcio 0%	Hierro 0%

Información Nutricional	
Tamaño Por Ración 20 g	*D
Raciones Por Envase Aprox.	
Cantidad Por Porción	
Calorías 40	Calorías de Grasas 0
% Valor Diario*	
Grasa Total 0g	0%
Grasa Saturada 0	0%
Ácidos Grasos Trans 0g	
Colesterol 0mg	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 13g	4%
Fibra Dietética 1g	4%
Azúcares 12g	
Proteínas 0g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 4%
Calcio 0%	Hierro 0%

*A: reducción de 100% azúcar. *B: reducción de 50% azúcar. *C: reducción de 25% azúcar.
 *D: Control con 100% azúcar.

Figura 2. Etiquetas nutricionales de jalea de guayaba reducida en azúcar.

Cuadro 7. Costos de producción de 195 unidades de 270 g de jalea de guayaba.

Tratamiento (% Red.) ^ψ	Ingredientes	Precio L./kg	Cantidad (kg)	Precio L.	Total L. ^L
Control	Puré de Guayaba	13.39	34.78	465.65	2555.14
	Azúcar	12.73	36.73	467.60	
	Pectina	284.24	0.72	205.93	
	Ácido cítrico	27.39	0.22	5.95	
	Splenda [®]	1,086.96	0.00	0.00	
T1 (100)	Puré de Guayaba	13.39	78.59	1052.29	4455.78
	Azúcar	12.73	0.00	0.00	
	Goma guar	270.78	0.81	220.06	
	Ácido cítrico	27.39	0.24	6.68	
	Splenda [®]	1,086.96	1.63	1766.74	
T2 (100)	Puré de Guayaba	13.39	78.59	1052.29	4466.72
	Azúcar	12.73	0.00	0.00	
	Pectina	284.24	0.81	231.00	
	Ácido cítrico	27.39	0.24	6.68	
	Splenda [®]	1,086.96	1.63	1766.74	
T3 (50)	Puré de Guayaba	13.39	56.26	753.34	3452.93
	Azúcar	12.73	18.83	239.71	
	Goma guar	270.78	0.77	208.12	
	Ácido cítrico	27.39	0.23	6.32	
	Splenda [®]	1,086.96	0.77	835.44	
T4 (50)	Puré de Guayaba	13.39	56.26	753.34	3463.28
	Azúcar	12.73	18.83	239.71	
	Pectina	284.24	0.77	218.47	
	Ácido cítrico	27.39	0.23	6.32	
	Splenda [®]	1,086.96	0.77	835.44	
T5 (25)	Puré de Guayaba	13.39	46.04	616.46	3033.36
	Azúcar	12.73	29.44	374.74	
	Goma guar	270.78	0.77	208.12	
	Ácido cítrico	27.39	0.23	6.32	
	Splenda [®]	1,086.96	0.38	417.72	
T6 (25)	Puré de Guayaba	13.39	46.04	616.46	3043.70
	Azúcar	12.73	29.44	374.74	
	Pectina	284.24	0.77	218.47	
	Ácido cítrico	27.39	0.23	6.32	
	Splenda [®]	1,086.96	0.38	417.72	

^ψ: Porcentaje de reducción de azúcar. ^L: Incluye costos de energía, empaque (frascos, sellos, cajas) y etiquetado. Tasa de cambio: L. 20.68 = \$ 1 (USD).

Fuente: PHF Zamorano (2013), adaptado por el autor.

Precio de venta. En los supermercados de la Ciudad de Tegucigalpa, Honduras, no se comercializa jalea de guayaba reducida en azúcar o sin azúcar de ninguna marca comercial local o extranjera. Sin embargo, sí se comercializan jaleas reducidas en azúcar y sin azúcar principalmente de las marcas comerciales extranjeras Welch's® y Smucker's® respectivamente. Los sabores disponibles fueron pocos, limitándose a jalea de fresa y jalea de mora, ambas sin azúcar y etiquetadas como "sugar free" en el caso de la marca Smucker's®.

Los precios de las jaleas Smucker's® oscilaban en un rango de L.58 a 63 en envases de vidrio con peso neto de 290 g. En el caso de la marca Welch's® los sabores disponibles fueron fresa y uva pero etiquetados como "reduced sugar" o jalea reducida en azúcar, además de estar empacados en botes plásticos con dispensadores como los utilizados en productos menos viscosos como las salsas de tomate. Estas jaleas se encontraban en un rango de precio de L.65 a 68 en envases de 624 g.

En el puesto de ventas Zamorano la jalea de guayaba se comercializa a L.28 en envases de 270 g. La jalea de guayaba reducida en 25% azúcar y utilizando pectina presenta un aumento en los costos de producción de L.2.5 por envase (Cuadro 7). Al estar destinada al segmento de mercado de productos reducidos en azúcar, con precios generalmente más altos, se sugiere un aumento de mínimo 42% en el precio de venta actual.

4. CONCLUSIONES

- Se desarrollaron cuatro prototipos de jalea de guayaba reducida en azúcar y dos de jalea de guayaba sin azúcar agregada.
- A medida que se reduce la cantidad de azúcar en la jalea de guayaba, la intensidad de color disminuye y la tonalidad rojiza aumenta. La viscosidad de la jalea depende directamente del contenido de azúcar en la formulación y de la goma utilizada.
- El control y las jaleas con 25 y 50% menos azúcar fueron aceptadas por igual por los panelistas. La goma utilizada no influyó en la aceptación.
- Los costos de producción de la jalea aumentaron a medida que se redujo el contenido de azúcar y se agregó Splenda®. La jalea con 25% menos azúcar y pectina es la mejor alternativa para la PHF porque presenta los menores aumentos en costos y la misma aceptación que el control.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto gelificante de pectina de bajo metóxilo en jalea reducida en azúcar.
- Realizar un análisis de vida anaquel de la jalea reducida en azúcar para evaluar su estabilidad en el tiempo.
- Evaluar características fisicoquímicas de la jalea de guayaba reducida en azúcar como actividad de agua y determinar el contenido calórico a través de un análisis proximal.

6. LITERATURA CITADA

Anrrango Sola, A.F. y A.M. Burbano Pozo. 2012. Elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de Nopal (*Opuntia ficus indica*) y fresa (*Fragaria vesca* L.). Tesis Ing. Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. 247p.

Arellano Morales, A.G. y A. Díaz Arias. 2012. Determinación de los parámetros fisicoquímicos en la elaboración de una jalea a base de zarzamora. Tesis Ing. Alimentos. Veracruz, México. 65p.

Brown, A.C. 2010. Understanding food: Principles and Preparation. 4 ed. California, Estados Unidos. Cengage Learning. p.447

Cardona, E.M., L.A. Ríos y G.M. Restrepo. 2006. Extracción del carotenoide licopeno del tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*). Medellín, Colombia. 10 p.

Chavarría, L.M. 2010. Guayaba. No. 15, Mercado: Unión Europea. Desarrollo Económico Sostenible en Centroamérica (DESCA). Primera ed. Honduras. 14 p.

Codex Alimentarius. 2009. Norma del *Codex* para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAN 296-2009). Roma. Italia. 10 p.

Díaz Leiva, J.E. 2010. Goma Guar como Materia Prima Alternativa a la Utilización de Pectina en la Formulación de Jaleas de Frutas que Requieren Adiciones Moderadas de Pectina en la Industria de Alimentos. Tesis Ing. de Alimentos. Quito, Ecuador. 48p.

Díaz, N. y R. Clotet. 1993. Cinética de la Caramelización en Soluciones Azucaradas Simples. Barcelona. España. 4 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Guayaba (*Psidium guajava*) (en línea). Consultado 10 oct. 2013. Disponible en http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/GUAYABA.HTM

FDA (Food and Drug Administration). 2009. Guía para la Industria: Guía de Etiquetado de Alimentos. Maryland, Estados Unidos. 122 p.

FDA (Food and Drug Administration). 2013. 21CFR150. Food for Human Consumption: Fruit Butters, Jellies, Preserves, and Related Products. Maryland, Estados Unidos. 10 p.

Fuster, V. 2004. Mermeladas y confituras. In Boatella Riera, J. Química y Bioquímica de los Alimentos II. Barcelona, España. Ediciones Universitat. p. 107-120.

Habiba, R. A., Z. A. El-Shami, M. R. Gad y M. I. Ibrahim. 2008. Some physical and chemical characteristics of frozen guava puree as affected by pre-freezing treatments and storage time. Journal of the Saudi Society for Food and Nutrition. 3 (1): 17-30.

Latham, M.C. 2002. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29. Roma, Italia. p. 121.

Lee Grotz, V. y I. C. Munro. 2009. An overview of the safety of sucralose. Elsevier. 5p

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2003. La OMS y la FAO publican un informe de expertos independientes sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas (en línea). Ginebra, Suiza. Consultado 26 oct. 2013. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr20/es/>

Rodero, A. B., L.S. Rodero y R. Azoubel. 2009. Toxicidad de la Sucralosa en Humanos: una revisión. São Paulo, Brazil. 6p.

Rosero, M. J., S. Santacruz, Y. Álvarez y M. Caviedes. 2013. Evaluación de diferentes niveles de povidexrosa y azúcar en la elaboración de una jalea de guanábana (*Annona muricata* L.). Quito, Ecuador. 5p.

Ventosa, M., J.L. Rodríguez y O.L. Zerqueira. 2008. Determinación de los principales carotenoides de la guayaba (*Psidium guajava* L.). La Habana, Cuba. 4p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación de prueba preferencial.

Evaluación sensorial de Jalea de Guayaba Prueba de Preferencia

Nombre:

Edad:

Indicaciones:

1. Se le presentarán tres muestras de Jalea de Guayaba.
2. Evalúe las muestras de izquierda a derecha, colocando el número de cada muestra en las líneas en blanco.
3. Limpie su paladar con agua y galleta antes de probar cada muestra.
4. En los recuadros coloque los números 1, 2 y 3 de acuerdo a su preferencia por las jaleas, siendo **1** la jalea que **más le guste** y **3** la que **menos le guste**.

_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentarios:

¡Gracias por su colaboración!