

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**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**

Juan Esteban Díaz

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniería de
Alimentos

Quito, mayo de 2010

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**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**

Juan Esteban Díaz

Lucía Ramírez, Ph.D.
Director de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

Javier Garrido, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

Stalin Santacruz, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Mike Koziol, Ph.D.
Decano del CAAN

Quito, mayo de 2010

© Derechos de autor
Juan Esteban Díaz Leiva
2010

Dedicatoria

A mis padres, Julio Díaz y Angélica Leiva, quienes han sido mi ejemplo, mi apoyo, mis guías, los mejores padres que Dios me concedió el milagro y la bendición de tener.

Agradecimientos

Antes que nada, es mi deber agradecer a Dios por todas las bendiciones derramadas, por cada segundo de vida y por llenarme de motivos para querer vivirla.

También quiero expresar mi más sincero e infinito agradecimiento a la directora de la presente tesis, Lucía Ramírez, por toda la ayuda, entrega, confianza y apoyo incondicional sin los cuales esta tesis no hubiese podido ser una realidad. Debe saber que siempre encontrará en mí, más que a un alumno inmensamente agradecido, a un amigo para el cual es un ejemplo de esfuerzo y superación.

Mil Gracias a la directora del INESA, Yamila Álvarez, por toda la invaluable ayuda prestada durante todo el desarrollo de mi tesis, su soporte y colaboración fueron esenciales.

Gracias a Mike Koziol, Decano del CAAN y mi Tutor durante toda mi carrera, por toda la estimación y aprecio para con su “hijito”. Gracias a Javier Garrido, Coordinador del área de Alimentos, por siempre empujarme a ser mejor, por siempre haber creído en mí. Gracias a cada uno de los profesores que dedicaron su tiempo, fuerzas y voluntad a transmitir su sabiduría y experiencia. Gracias mi querida Universidad San Francisco de Quito por haber hecho de mí un profesional preparado, pero sobre todo, un mejor ser humano.

Gracias a mis padres, a mi novia y a mi hermana, el tesoro más valioso que Dios pudo regalarme. Gracias por compartir conmigo la mayoría de sonrisas, éxitos y alegrías; pero sobre todo gracias, por siempre haber estado allí para levantarme y darme ánimo en momentos de tristeza, fracasos y cuando las fuerzas y esperanzas decaían. Son todo lo que tengo, todo lo que soy y muchísimo más de lo que alguna vez pude haber deseado.

Resumen

El presente estudio analizó a la Goma Guar, desde el punto de vista físico-químico, organoléptico y económico, como una alternativa a la adición de pectina en la formulación de jaleas de mora en la industria de alimentos. Un gel estándar de pectina y siete geles experimentales de Goma Guar fueron preparados para el estudio físico-químico; a su vez, dos jaleas de mora, una con Goma Guar y otra con pectina como agentes gelificantes, fueron formuladas para el análisis sensorial y económico en el primer caso y en el segundo para el económico solamente. La Goma Guar a una concentración de 2.2 % fue capaz de formar un gel de igual firmeza que el obtenido con pectina al 2.1 %. El costo en materia prima por kilo de jalea de mora cuando se utilizó Goma Guar como agente gelificante fue 2.6 centavos de dólar menor que cuando se empleó pectina. El nivel de agrado de la jalea de mora elaborada con Goma Guar no difirió significativamente de las jaleas comerciales, Snob[®] y Gustadina[®], e inclusive presentó un nivel de agrado superior a éstas dentro del género masculino. Por tanto, la Goma Guar puede ser utilizada como materia prima alternativa a la utilización de pectina en la formulación de jaleas de frutas que requieren adiciones moderadas de pectina, logrando un producto de calidad a un menor costo de producción.

Abstract

The present study analyzed Guar Gum from a physico-chemical, sensorial and economical, point of view as an alternative to the addition of pectin in the formulation of blackberry jelly in food industry. A standard pectin gel and seven experimental Guar Gum gels were prepared for the physico-chemical study. Additionally, two blackberry jellies, one with guar gum and the other with pectin as gelling agents, were developed. The first jelly was used for sensory and economic analysis, whereas the second one was utilized only for economic analysis. Guar Gum at a concentration of 2.2 % was able to form a gel as firm as the one obtained with 2.1 % pectin. The raw material cost per kilo of blackberry jelly using Guar Gum as gelling agent was 2.6 cents of dollar less than when pectin was used. The satisfaction level of blackberry jelly made with Guar Gum did not differ significantly from the commercial jellies, Snob[®] and Gustadina[®], and even reached a higher satisfaction level among the male panelists in comparison with the commercial jellies. Therefore, Guar Gum can be used as a raw material alternative to the use of pectin in the formulation of jellies that require moderate additions of pectin, achieving a quality product at a lower production cost.

Lista de Figuras

Diagrama 1. Flujo de proceso para elaboración de jalea de mora con Goma Guar	6
Diagrama 2. Flujo de proceso para elaboración de jalea de mora con pectina	7
Figura 1. Jalea de mora con Goma Guar	16
Figura 2. Distribución de los datos de nivel de agrado	22
Figura 3. Frecuencia y nivel de agrado	24
Gráfico 1. Concentración de Goma Guar vs. firmeza de gel	12

Lista de Tablas

Tabla 1. Composición de los geles	4
Tabla 2. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de la de firmeza de los geles	11
Tabla 3. Firmeza de los geles	11
Tabla 4. Formulación del producto tipo jalea de mora a base de Goma Guar.....	13
Tabla 5. Formulación final de jalea de mora a base de Goma Guar	14
Tabla 6. Formulación final de jalea de mora a base de pectina.....	14
Tabla 7. Firmezas de jalea de mora a base de Goma Guar y a base de pectina	17
Tabla 8. Costo de materia prima para un kilo de jalea elaborada con Goma Guar	19
Tabla 9. Costo de materia prima para un kilo de jalea elaborada con pectina.....	19
Tabla 10. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado global	20
Tabla 11. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado entre hombres.....	21
Tabla 12. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado entre mujeres.....	21
Tabla 13. Resumen del Índice <i>R</i> del nivel de agrado global y por género	23
Tabla 14. Resumen de prueba de diferencia significativa para valores <i>d'</i> entre pares	26
Tabla 15. Resumen del análisis <i>d'</i> del nivel de agrado global y por género.....	26

1. Introducción

La pectina ha sido el compuesto que comúnmente se ha utilizado y se sigue utilizando en la industria alimenticia para la obtención de una consistencia adecuada en la elaboración de jaleas. El inconveniente de seguir empleando pectina en la formulación de jaleas es su costo económico, ya que el precio de la misma sufrió un aumento desmesurado, pasando de aproximadamente 250-270 dólares a 825 dólares el quintal, desde diciembre del año 2008 hasta marzo del 2010 (Resiquim S.A.), en el caso de la pectina de alto metoxilo, la cual generalmente se utiliza en la industria alimenticia para la elaboración de jaleas. Esto hace que se vuelva indispensable la búsqueda de nuevas alternativas que permitan sustituir este compuesto por opciones más económicas, y a su vez mantener la calidad del producto.

Según Jain y Babbar (2002) analizando diferentes agentes gelificantes como, carragenina, alginatos, agarosa, y ficol, concluyeron que la utilización de estos compuestos como agentes gelificantes no resultaría conveniente debido al medio específico que requieren la carragenina y alginatos para gelificar y el alto costo de la agarosa y el ficol. El almidón tampoco sería una alternativa viable como compuesto sustituto para la pectina, debido a que la presencia de sólidos solubles disminuye la capacidad de hidratación del almidón, así como su velocidad de gelificación (Chinachoti, 1986). Una formulación que contenga 60 % de azúcar eleva la temperatura de gelatinización del almidón por sobre los 100 °C (Phillips, 2000); lo cual dificultaría su utilización como agente gelificante. En otro estudio fue reportado que la Goma Guar funcionaba excelentemente como único agente gelificante para formar medios de cultivo de plantas (Jain *et al.*, 2005), lo cual indica que puede ser utilizada como agente gelificante.

La Goma Guar tiene una alta disponibilidad a lo largo del año y el quintal de éste producto tiene un valor en el mercado nacional de 232 dólares (Obsidian Cia. Ltda.). Es una de las más utilizadas, baratas y efectivas gomas vegetales (Jacobson, 1972).

Industrialmente la Goma Guar ha sido utilizada desde hace unos 50 años en la elaboración de bebidas, helados, postres, salsas, aderezos de ensalada, entre otros muchos productos (Jacobson, 1972). Comúnmente es utilizada en concentraciones entre 0.05% y 0.25% (Fennema, 2000). Produce las mayores viscosidades de todas las gomas naturales comerciales (Jacobson, 1972) y además ofrece la posibilidad de ser utilizada como agente gelificante (Jacobson, 1972; Badui, 2006). Por otro lado también es un compuesto que previene la cristalización, un defecto de calidad que podría presentarse en una jalea debido a la cristalización de sus azúcares cuando se utiliza pectina de alto metoxilo en la formulación (Badui, 2006). Es soluble en agua fría, inclusive en presencia de sales (Jacobson, 1972; Blanco, 2006) y permanece estable incluso a temperaturas de esterilización (Jain *et al.*, 2005; Blanco, 2006).

Ésta goma carece de grupos ionizables, característica que le vuelve prácticamente inalterable a los cambios de pH, manteniendo su estabilidad a pHs entre 1 y 10.5 (Badui, 2006), otorgándole un amplio rango de actividad. El hecho de que la Goma Guar sea un aditivo considerado como GRAS por la FDA (Badui, 2006), hace que su utilización en la industria alimenticia no represente riesgo alguno para la salud del consumidor; además de ser un compuesto biodegradable que no afecta el medio ambiente (Jain *et al.*, 2005).

La norma del CODEX sobre mermeladas y jaleas solo menciona a la pectina como un aditivo que puede incluirse en la formulación, mas no indica que sea un ingrediente indispensable para que el producto sea considerado como jalea (CODEX STAN 79, 1981). Por otro lado, la norma INEN para conservas vegetales y mermeladas de frutas también

considera a la pectina como ingrediente opcional pero es contradictoria, ya que menciona como único agente gelificante permitido a la pectina (INEN 419, 1988). Ninguna de las dos normas brindan un compuesto alternativo a la pectina como agente gelificante en la elaboración de jaleas (CODEX STAN 79, 1981; INEN 419, 1988); por ello el presente estudio tuvo como objetivo analizar a la Goma Guar como una alternativa a la adición de pectina en la formulación de jaleas de frutas que requieren adiciones moderadas de pectina en la industria de alimentos, desde el punto de vista físico-químico, organoléptico y económico.

2. Materiales y métodos

2.1. Gel estándar y geles experimentales

Un gel estándar de pectina y siete geles experimentales de Goma Guar fueron preparados; todos los geles (tratamientos) presentaron 65 °Brix, de acuerdo a la norma CODEX STAN 79 (1981) e INEN 419 (1988) y un pH de 3,3, óptimo para la gelificación de la pectina utilizada (alto metoxilo y rapid set) según Navarro *et al.* (1985). La Tabla 1 presenta la descripción de cada tratamiento. Agua destilada fue utilizada en la preparación de los geles. La Goma Guar fue suministrada por Amtex S.A. (Medellín, Colombia). Cargill (Saint Germain en Laye, Francia) suplió la pectina (alto metoxilo (HM), rapid set (RS)). El ácido cítrico (ácido cítrico monohidratado) fue obtenido de Itca Ltd. (Shandong, China). El citrato de sodio (citrato trisódico) fue producido por Jebsen & Jessen GmbH & Co (Hamburgo, Alemania). La sacarosa fue provista por Compañía Azucarera Valdez S.A. (Guayaquil, Ecuador). La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) fue adquirida en supermercados Santa María S.A. (Quito, Ecuador).

Tabla 1. Composición de los geles

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingredientes	g/100g							
Pectina	2,1	---	---	---	---	---	---	---
Goma Guar	---	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Agua destilada	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Sacarosa	62,896	63,726	63,525	63,324	63,123	62,922	62,721	62,520
Ácido cítrico	0,004	0,074	0,075	0,076	0,077	0,078	0,079	0,080

2.2.Preparación de los geles

El gel de pectina (estándar) fue preparado de acuerdo al método descrito por Boland *et al.* (2006). La pectina fue mezclada con 8.5 g de sacarosa (que corresponde al 13.51 % del total de sacarosa). Esta mezcla fue adicionada al total de agua destilada que previamente fue calentada a 85 °C, esta temperatura fue mantenida junto con agitación constante durante 2 min, tiempo en el que se consiguió una completa disolución de los solutos. Luego la sacarosa restante fue añadida y después de 2 min en las mismas condiciones anteriores de temperatura y agitación, se agregó agua destilada hasta compensar las pérdidas en el peso inicial (sumatoria de todos los componentes indicados en la Tabla 1 a excepción del ácido cítrico) debido a evaporación. La mezcla fue enfriada a 60 °C y el ácido cítrico fue añadido; se mantuvo esta temperatura junto con agitación durante 2 min; entonces, muestras de 250 g fueron transferidas a envases de vidrio con diámetro de 73.7 mm. Los envases fueron sellados y mantenidos a 4 °C por 24 h antes de proceder con los análisis. Los geles de Goma Guar (experimentales) fueron preparados de la misma manera.

2.3.Preparación de las jaleas

La jalea de mora con Goma Guar y la jalea de mora con pectina fueron elaboradas siguiendo el proceso descrito en el Diagrama 1 y 2 respectivamente. La mora fue escogida para elaborar la jalea, por ser el sabor de mayor consumo en el mercado ecuatoriano (Rovayo, 2009).

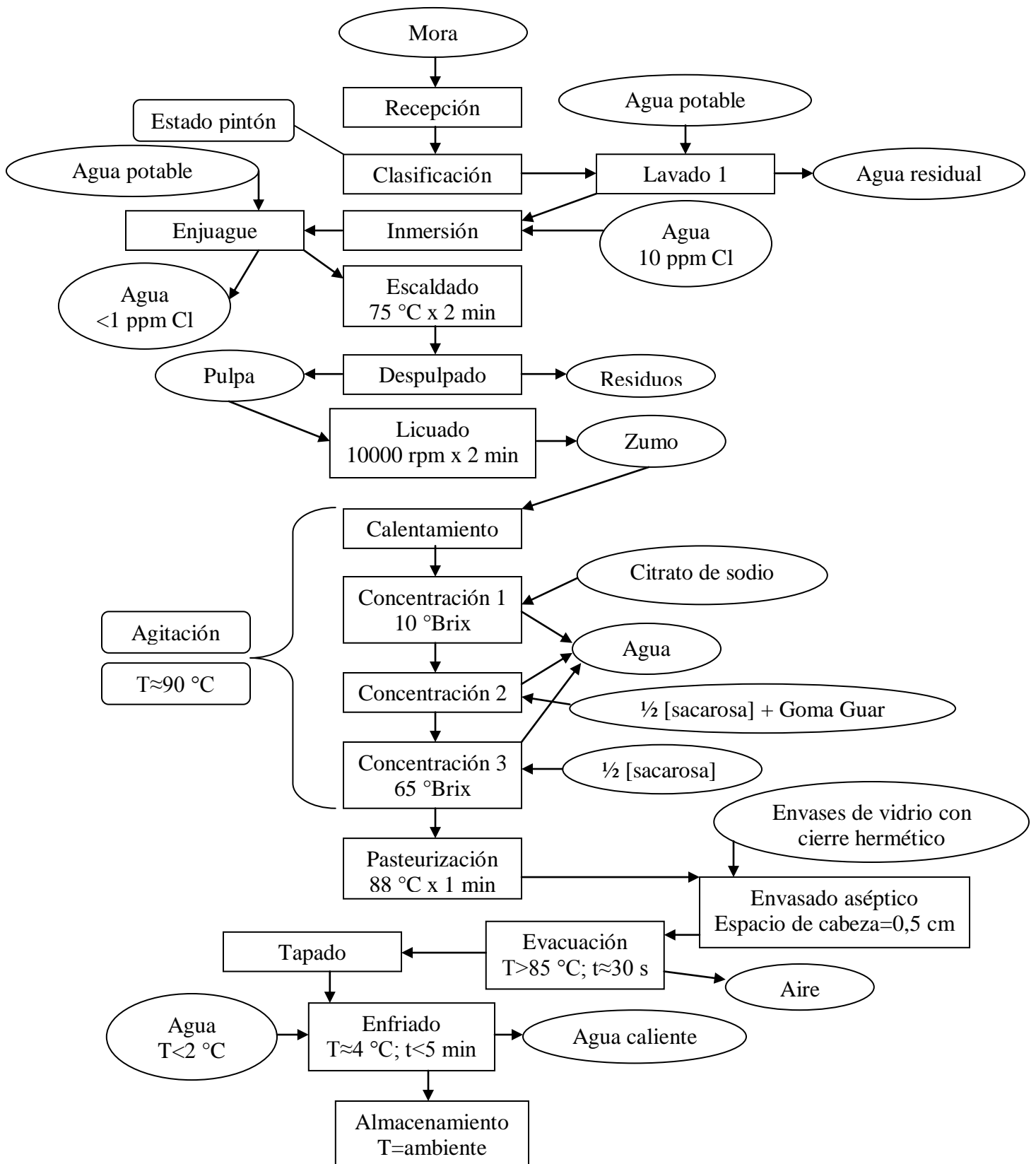


Diagrama 1. Flujo de proceso para elaboración de jalea de mora con Goma Guar

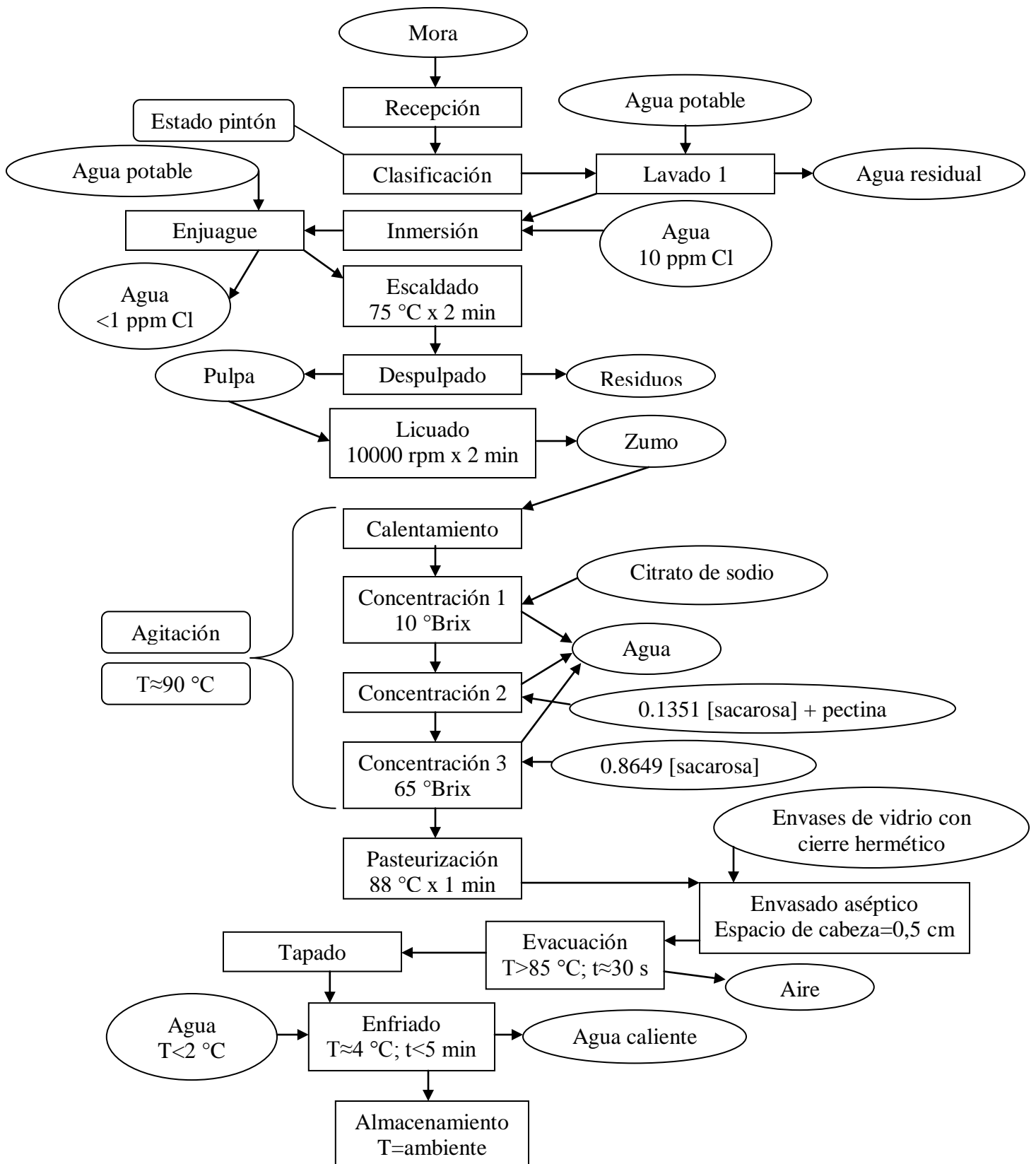


Diagrama 2. Flujo de proceso para elaboración de jalea de mora con pectina

2.4. Caracterización de geles y jaleas

Todas las muestras fueron equilibradas a 20 °C antes de empezar los análisis. Los geles y jaleas fueron caracterizados mediante medición de pH (AOAC 945.22 A) utilizando el potenciómetro Accumet AR50 (Fisher Scientific Inc., Pittsburg, USA), determinación de Sólidos Solubles por Refractometría (AOAC 932.12) con el refractómetro de ABBE-3L (Thermo Fisher Scientific Inc., Madison, USA). y evaluación de la firmeza del gel mediante medición lineal (Bourne, 1982) con el penetrómetro K19500 (Koehler Inc., New York, USA) equipado con una sonda cónica de 90 ° y 152,5 g de masa; los milímetros de penetración fueron tomados 5 s después de la liberación de la sonda, la constante K (14.1213) y la Firmeza del gel (C) fueron calculadas según el método descrito por Bourne (1982).

2.5. Análisis sensorial

Un Grupo focal de 9 personas, 5 hombres y 4 mujeres, fue empleado para analizar aspectos organolépticos como la firmeza, grumosidad, untabilidad, color y sabor de varios de los prototipos de jaleas elaborados. Este grupo focal sirvió como una guía durante el proceso de obtención de la formulación final de la jalea de mora a base de Goma Guar, así como de la jalea de mora a base de pectina.

La formulación final de la jalea de mora a base de Goma Guar fue sometida junto con dos marcas comerciales de jaleas de mora, Snob[®] (Sipia S.A., Quito, Ecuador) y Gustadina[®] (Pronaca S.A., Quito, Ecuador), a una evaluación sensorial para determinar el nivel de agrado de cada una mediante la utilización de escalas hedónicas (Anexo 1) (Anzaldúa, 2005). Estas marcas fueron las que ocuparon un mayor espacio en percha en la

cadena de supermercados más grande del país, Supermaxi. Un grupo de 46 consumidores habituales de jalea y/o mermelada, 28 mujeres y 18 hombres con edades entre 17 y 59 años participaron en el estudio.

2.6. Análisis estadístico

Los ocho tratamientos (Tabla 1) fueron dispuestos en el diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los datos correspondientes a firmeza de gel (*C*) fueron interpretados por medio del análisis de varianza (ANOVA) de un factor y las medias testadas por la prueba de Tukey al 1 % de significancia.

Los resultados del análisis sensorial, correspondiente al nivel de agrado, fueron analizados por tres métodos diferentes. Un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores, el valor de significancia del Índice *R* (Bi, 2007) a dos colas y el estadístico *d'* como la magnitud estimada de la diferencia presente entre un par de muestras (Bi y Ennis, 2001) fueron calculados con un nivel de significancia $P < 0.05$. El análisis del Índice *R* fue realizado de acuerdo al procedimiento descrito por Bi (2006). El cálculo de *d'* se realizó según la norma ASTM E 2262-3, 2003.

3. Resultados y discusión

3.1. Geles

3.1.1. Pruebas preliminares

Se realizaron varias pruebas preliminares, en las que se ensayó con la cantidad de ácido cítrico, sacarosa, y agua destilada, para establecer la composición definitiva (Tabla 1) a la que cada tratamiento alcanzó las condiciones de sólidos solubles y pH establecidas para el estudio.

3.1.2. Firmeza de los geles

La firmeza de los geles elaborados (gel estándar de pectina y geles experimentales de Goma Guar) (Anexo 2) fue significativamente diferente (Tabla 2). El T1 y el T7 presentaron valores de firmeza estadísticamente iguales ($P > 0.01$) (Tabla 3), lo que indicó que la Goma Guar a una concentración de 2.2 % fue capaz de formar un gel de igual firmeza que el obtenido con pectina al 2.1 %, coincidiendo con lo reportado por Jain *et al.* (2005), donde se comprobó la efectividad del compuesto al ser utilizado como único agente gelificante a concentraciones de 2, 3 y 4 %. Desde T2 hasta T6 la firmeza fue inferior a la de T1; mientras que T8 presentó una firmeza superior, a tal punto que no permitió ser untado fácilmente sobre una superficie. Todos los geles experimentales (T2-T8) presentaron diferencia estadísticamente significativa para su firmeza, esto demostró que un aumento de 0.2 % en la concentración de Goma Guar tuvo un impacto significativo en la firmeza del gel.

Tabla 2. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de la de firmeza de los geles

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Entre grupos	7	158,40	22,63**
Dentro de los grupos	16	0,25	0,02
Total	23	158,65	

** Significativo al 1 % de probabilidad para la prueba *F*.

Tabla 3. Firmeza de los geles

Tratamiento	Firmeza (g/mm)
T1	13,45 b
T2	6,81 g
T3	9,07 f
T4	10,20 e
T5	11,22 d
T6	12,79 c
T7	13,66 b
T8	15,10 a

Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 1 % de probabilidad

Las medias de firmeza de los geles y sus respectivas concentraciones de Goma Guar fueron graficadas (Gráfico 1), la ecuación de la recta mostró la relación directamente proporcional que existió entre ambas variables, además el coeficiente de determinación (R^2) indicó que la concentración de Goma Guar explicó el 98.7 % de la variabilidad de la firmeza de los geles, por lo que ésta ecuación puede ser utilizada para determinar la concentración necesaria de Goma Guar para conseguir un gel de una firmeza determinada, siempre y cuando el gel presente 65 °Brix, un pH de 3.3 y no incluya otros agentes gelificantes en su composición.

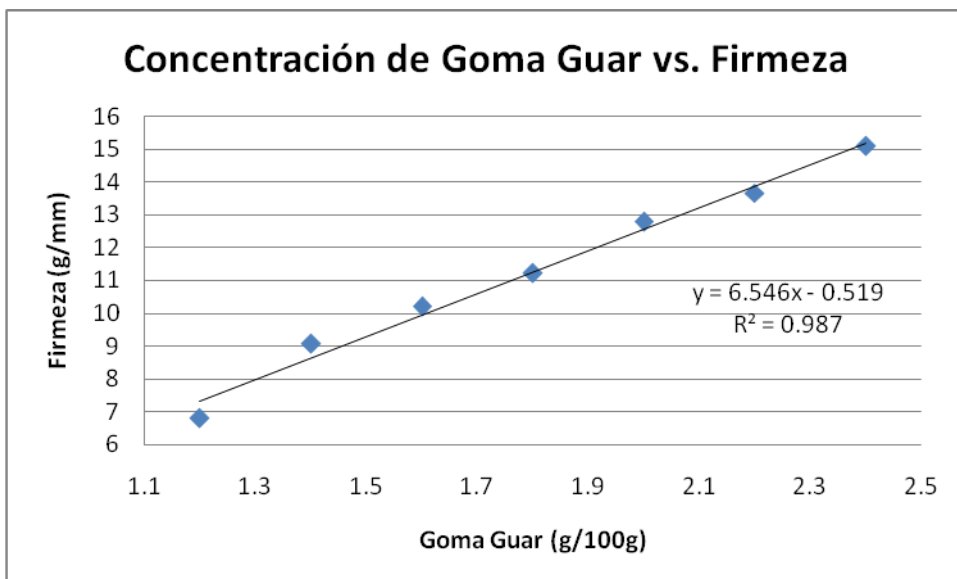


Gráfico 1. Concentración de Goma Guar vs. firmeza de gel

3.2. Jaleas

3.2.1. Adición de pectina y poder gelificante de la Goma Guar

Con el objeto de analizar a la mora como una fruta adecuada para utilizar en el estudio, una jalea de esta baya fue elaborada sin la adición de pectina, de acuerdo a los parámetros de la norma CODEX STAN 79 (1981) e INEN 419 (1988) en cuanto a sólidos solubles (65 °Brix), cantidad de fruta original (45 partes en masa por cada 55 partes de sacarosa añadida) y pH (3.1). Como resultado solo se consiguió una solución viscosa, y no un producto gelificado, debido a que esta materia prima no proporcionó la cantidad de pectina requerida para la gelificación de la jalea. Este resultado evidenció la necesidad de adicionar pectina en la formulación, y concordó con el estudio realizado por May (1990), donde se recomendó adiciones aproximadas de 0.3 % de pectina de alto metoxilo (HM) para la elaboración de jaleas de mora.

Un producto tipo jalea de mora (no cumplió con los sólidos solubles ni el rango de pH que establecen las normas CODEX STAN 79 (1981) e INEN 419 (1988)) con 60 °Brix y un pH de 2.75, condiciones a las que la participación de la pectina en la formación de gel quedaba descartada según Navarro *et al.* (1985), fue formulado utilizando Goma Guar (Tabla 4) para evaluar el poder gelificante de ésta al interactuar con fruta. La firmeza y elasticidad del producto fueron analizadas, de acuerdo a la norma IRAM 20013 (2001), por el grupo focal conformado por 9 personas, 5 hombres y 4 mujeres. El grupo determinó que la firmeza y elasticidad del gel fueron excesivas, y su apariencia era similar a un helado de paila. Con este resultado fue posible concluir que la Goma Guar fue responsable de la gelificación del producto, lo que respaldó el poder gelificante otorgado al compuesto según estudios de Jacobson (1972), Jain *et al.* (2005) y Badui (2006).

Tabla 4. Formulación del producto tipo jalea de mora a base de Goma Guar

Ingredientes	(g/100g)
Goma Guar	2,14
Sacarosa	52,78
Zumo de mora	45,00
Ácido cítrico	0,08

3.2.2. Prototipos

Se elaboraron 39 prototipos diferentes de jalea de mora a base de Goma Guar (Anexo 3) antes de obtener la formulación final, que fue utilizada para el estudio de nivel de agrado. Las principales variantes entre los prototipos fueron la cantidad de Goma Guar, la cantidad de citrato de sodio, la cantidad de sacarosa con la que se mezcló la Goma Guar previamente a la inclusión y el momento en que se añadió esta mezcla a la formulación (°Brix del zumo

de mora); las dos primeras variantes influenciaron en la firmeza y en el pH de las jaleas respectivamente; mientras que, las dos últimas tuvieron gran influencia en el brillo, color, transparencia e inclusión de aire en la jalea. La Tabla 5 muestra la formulación final de la jalea de mora a base de Goma Guar.

Tabla 5. Formulación final de jalea de mora a base de Goma Guar

Ingredientes	(g/100g)
Goma Guar	1,2
Sacarosa	53,7
Zumo de mora	45,0
Citrato de sodio	0,1

De igual forma, 27 prototipos de jalea de mora (Anexo 4) fueron desarrollados utilizando pectina como agente gelificante. Las variantes principales entre los prototipos fueron la cantidad de pectina y la cantidad de citrato de sodio en la formulación. Fue bastante complicado la obtención de la formulación final, utilizada para el análisis económico, debido a que tanto la pectina como el citrato de sodio tuvieron influencia opuesta sobre el pH de la jalea, de tal forma que al variar uno de los dos componentes, necesariamente se debió modificar el segundo para alcanzar un pH adecuado. La formulación final de la jalea de mora a base de pectina se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Formulación final de jalea de mora a base de pectina

Ingredientes	(g/100g)
Pectina	0,48
Sacarosa	54,34
Zumo de mora	45,00
Citrato de sodio	0,18

Tanto la jalea de mora a base de Goma Guar como la a base de pectina presentaron 65 °Brix en cuanto a sólidos solubles, un pH de 3.1 y fueron elaboradas con más de 45 partes, en masa, de ingrediente fruta por cada 55 partes de sacarosa añadida, por lo que cumplieron con la norma CODEX STAN 79 (1981) e INEN 419 (1988) en cuanto a estos parámetros. Se trabajó a este pH, puesto que a este valor se requirió la menor cantidad de pectina adicional; además, las jaleas Snob[®] y Gustadina[®], que también fueron analizadas, presentaron el mismo pH, y de acuerdo a Navarro *et al.* (1985) se encuentra dentro del límite en el rango de pH óptimo para la gelificación de la pectina utilizada en el estudio (HM, RS).

3.2.3. Defectos de calidad

La jalea de mora a base de Goma Guar (Tabla 5), según el análisis del grupo focal, presentó una untabilidad aceptable, textura homogénea y no presentó grumos, como lo muestra la Figura 1. Estas características fueron evaluadas a los 28 días de almacenamiento a temperatura ambiente ($T \approx 20$ °C). La presencia de grumos es un defecto que aparece en jaleas como consecuencia de la cristalización de azúcares en su mayor parte (Holdsworth, 1988). La acción anticristalizante que otorgan Hoefler (2004) y Badui (2006) a la Goma Guar pudo haber sido uno de los factores que ayudó a inhibir la cristalización de la sacarosa en la jalea y por lo tanto su grumosidad.

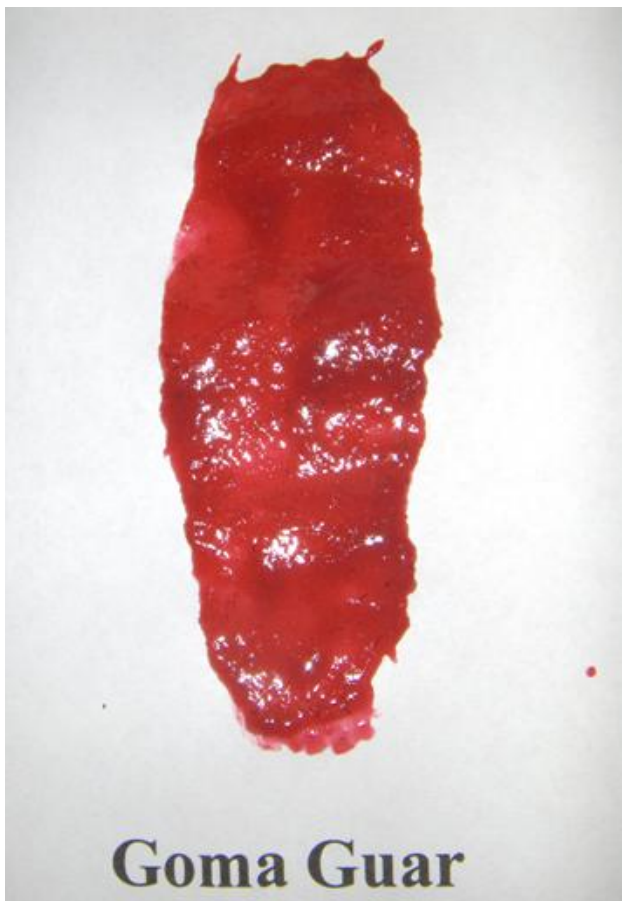


Figura 1. Jalea de mora con Goma Guar

3.2.4. Análisis económico

El análisis económico fue realizado en base a las formulaciones finales de las jaleas de mora con Goma Guar (Tabla 5) y con pectina (Tabla 6). Las firmezas promedio de ambas jaleas presentaron una diferencia del 2.4 % y un coeficiente de variación de 1.71 % (Tabla 7). El rendimiento promedio de zumo de mora; así como el rendimiento promedio de jalea de mora fueron obtenidos a partir de los pesos registrados durante el procesamiento, los Balances 1 y 2 muestran los resultados. Los Balances 3 y 4 detallan las cantidades requeridas para la elaboración de un kilo de jalea con Goma Guar y con pectina

respectivamente. Las Tablas 8 y 9 presentan el costo en materia prima de un kilo de jalea elaborada con Goma Guar y con pectina respectivamente.

Tabla 7. Firmezas de jalea de mora a base de Goma Guar y a base de pectina

Jalea	Firmeza (g/mm)			
	I	II	II	Media
Pectina	13,0670	12,8967	13,2409	13,0682
Goma Guar	13,5090	13,2409	13,4187	13,3895
			CV (%)	1,7174

Balance 1. Rendimiento de zumo de mora



$$\text{Mora} = A = 741.22 \text{ g}$$

$$\text{Zumo de mora} = B = 483.87 \text{ g}$$

Balance de materia

$$741.22 \text{ g } A = 483.87 \text{ g } B$$

$$\text{Rendimiento de zumo de mora} = \frac{483.87 \text{ g zumo de mora}}{741.22 \text{ g mora}} \times 100 = 65.28 \%$$

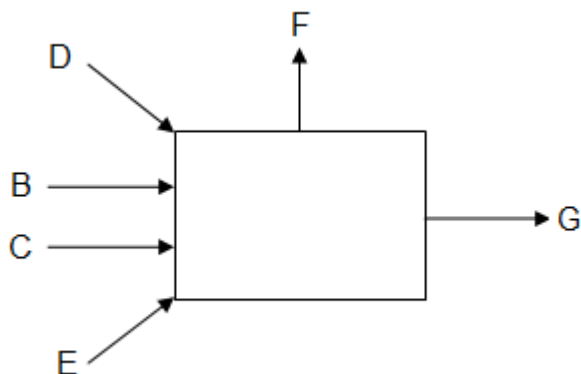
$$\text{Desperdicio} = 100 \% - 65.28 \% = 34.72\%$$

Balance 2. Rendimiento de jalea de mora

$$\text{Rendimiento de jalea} = \frac{930 \text{ g jalea de mora}}{1000 \text{ g formulaci3n inicial}} \times 100 = 93 \%$$

$$\text{P3rdidas} = 100 \% - 93 \% = 7\%$$

Balance 3. Materia prima para 1000 g de jalea de mora a base de Goma Guar



Zumo de mora = $B = 483.87 \text{ g}$

Sacarosa = $C = 577.42 \text{ g}$

Goma Guar = $D = 12.90 \text{ g}$

Citrato de sodio = $E = 1.07 \text{ g}$

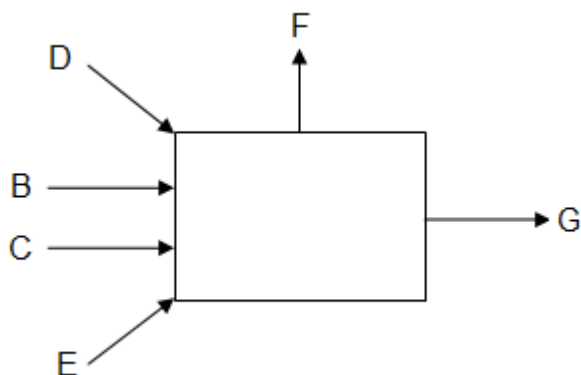
Mermas = $F = 75.26 \text{ g}$

Jalea de mora = $G = 1000 \text{ g}$

Balance de materia

$$483.87 \text{ g } B + 577.42 \text{ g } C + 12.90 \text{ g } D + 1.07 \text{ g } E = 1000 \text{ g } G - 75.26 \text{ g } F$$

Balance 4. Materia prima para 1000 g de jalea de mora a base de Pectina



Zumo de mora = $B = 483.87 \text{ g}$

Sacarosa = $C = 584.30 \text{ g}$

Pectina = $D = 5.16 \text{ g}$

Citrato de sodio = $E = 1.93 \text{ g}$

Mermas = $F = 75.26 \text{ g}$

Jalea de mora = $G = 1000 \text{ g}$

Balance de materia

$483.87 \text{ g } B + 584.30 \text{ g } C + 5.16 \text{ g } D + 1.93 \text{ g } E = 1000 \text{ g } G - 75.26 \text{ g } F$

Tabla 8. Costo de materia prima para un kilo de jalea elaborada con Goma Guar

Ingredientes	Precio (\$/kg)	Cantidad (kg)	Costo (\$)
Goma Guar	5,040	0,013	0,065
Sacarosa	0,726	0,577	0,419
Zumo de mora	3,646	0,484	1,764
Citrato de Sodio	2,072	0,001	0,002
	Total	1,075*	2,248

*0.075 kg corresponde a mermas del proceso

Tabla 9. Costo de materia prima para un kilo de jalea elaborada con pectina

Ingredientes	Precio (\$/kg)	Cantidad (kg)	Costo (\$)
Pectina	16,576	0,005	0,086
Sacarosa	0,726	0,584	0,424
Zumo de mora	3,646	0,484	1,764
Citrato de Sodio	2,072	0,002	0,004
	Total (\$)	1,075*	2,274

0.075 kg corresponde a mermas del proceso

El costo en materia prima por kilo de jalea de mora cuando se utilizó Goma Guar como agente gelificante resultó ser 2.6 centavos de dólar menor que cuando se empleó pectina. El bajo precio de la Goma Guar permitió lograr una jalea más económica, a pesar de que se ocupó una cantidad 2.5 veces mayor que la necesaria de pectina.

May (1990) y Phillips (2000) clasifican a la mora como una fruta que requiere adiciones moderadas de pectina de alto metoxilo para la elaboración de jaleas. Este es un punto importante que se debe analizar, pues si se logró un ahorro en cuanto a costos de materia prima en una jalea que no requiere cantidades altas de pectina, este ahorro podría incrementarse al producir jaleas con frutos que si requieren cantidades altas como son, según May (1990), la fresa, la cereza, la piña, el melocotón entre otras.

3.2.5. Análisis sensorial

3.2.5.1. Nivel de agrado: Análisis de varianza (ANOVA)

Las tres jaleas presentaron diferencia estadísticamente significativa para el nivel de agrado según el análisis de varianza (ANOVA); solo dentro del género masculino no se encontró diferencia. De acuerdo al mismo análisis estadístico, los consumidores presentaron un igual comportamiento al evaluar el nivel de agrado. Los resultados globales y separados por género masculino y femenino se presentan en la Tabla 10, 11 y 12 respectivamente. El Anexo 5 muestra los resultados de la evaluación sensorial.

Tabla 10. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado global

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Jueces	45	147,08	3,27 ^{NS}
Muestras	2	16,17	8,09 [*]
Error	90	211,16	2,35
Total	137	374,41	

* Significativo al 5 % de probabilidad para la prueba *F*.

^{NS} Significativo al 5 % de probabilidad para la prueba *F*.

Tabla 11. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado entre hombres

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Jueces	17	37,50	2,21 ^{NS}
Muestras	2	8,33	4,17 ^{NS}
Error	34	55,00	1,62
Total	53	100,83	

^{NS} Significativo al 5 % de probabilidad para la prueba *F*.

Tabla 12. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del nivel de agrado entre mujeres

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Jueces	27	99,14	3,67 ^{NS}
Muestras	2	23,36	11,68 [*]
Error	54	140,64	2,60
Total	83	263,14	

^{*} Significativo al 5 % de probabilidad para la prueba *F*.

^{NS} Significativo al 5 % de probabilidad para la prueba *F*.

Desde la óptica tradicional, la distribución normal ha sido utilizada como modelo estadístico estándar para el análisis de pruebas de preferencia (Bi, 2003); sin embargo, según Thurstone (1954) y O' Mahony (1982) los resultados de las pruebas de nivel de agrado reflejan una distribución sesgada y bimodal, lo cual coincide con lo obtenido en el presente trabajo, tal como lo muestra la Figura 2, por tanto se estaría violando uno de los supuestos básicos, requisitos del ANOVA.

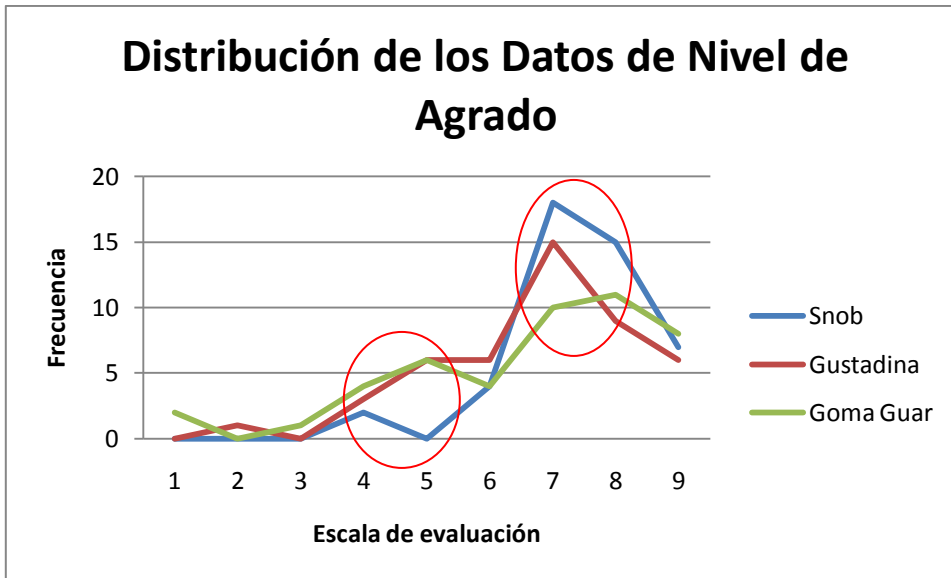


Figura 2. Distribución de los datos de nivel de agrado.

Otro de los supuestos del ANOVA que no se cumple en una prueba de nivel de agrado es la homocedasticidad (homogeneidad de las varianzas), ya que cuando varias personas constituyen el instrumento de medición, la variabilidad de sus respuestas es heterogénea entre cada evaluador, e inclusive en cada evaluador de acuerdo a los postulados del modelo Thurstoniano (Thurstone, 1954) y de la Teoría de Detección de Señales (Green & Swets, 1966). Además, ANOVA analiza los datos como si estos correspondieran a una escala de intervalos, cuando en realidad, una escala hedónica tiene el carácter de ordinal (Cliff, 1993; Cliff & Keats 2003; Bi, 2006). Estas bases teóricas justifican que el análisis de varianza (ANOVA) no es un método estadístico adecuado para analizar resultados procedentes de pruebas de nivel de agrado según Wierenga (1974), Hutchinson (1979), Harries y Smith (1982), O'Mahony (1982), Brockhoff y Schlich (1998) y Ennis y Bi (1998). Cuando existe más de una fuente de variación, la variabilidad de los datos puede exceder la variabilidad normal, este fenómeno se conoce como sobredispersión (Cox, 1983; Anderson, 1988) por

lo que la utilización del análisis de varianza (ANOVA) puede producir una subestimación del error estándar y determinar una conclusión falsa (Ennis *et al.*, 1998), tal como ocurrió en el presente estudio.

3.2.5.2. Nivel de agrado: Análisis del Índice *R*

Según el análisis del Índice *R* las tres jaleas presentaron igual nivel de agrado en los consumidores (Tabla 13). Globalmente y dentro del género femenino, entre Snob[®] y Goma Guar existió la menor diferencia en nivel de agrado (Tabla 13); para estos dos grupos Snob[®] fue la favorita y entre los hombres Goma Guar fue la preferida (Figura 3).

Estos resultados demostraron que una jalea elaborada con Goma Guar como agente gelificante, logró un nivel de agrado igual al obtenido por Snob[®] y Gustadina[®] en los consumidores, y cuando estos fueron hombres incluso llegó a superarlas.

Tabla 13. Resumen del Índice *R* del nivel de agrado global y por género

Pares de jaleas	Global		Hombres		Mujeres	
	Índice <i>R</i>	<i>R</i> -Crítico	Índice <i>R</i>	<i>R</i> -Crítico	Índice <i>R</i>	<i>R</i> -Crítico
Snob [®] - Gustadina [®]	50,39 ^{NS}	61,58	50,40 ^{NS}	67,61	50,37 ^{NS}	64,44
Snob [®] -Goma Guar	50,36 ^{NS}	61,58	50,51 ^{NS}	67,61	50,28 ^{NS}	64,44
Gustadina [®] -Goma Guar	50,48 ^{NS}	61,58	50,61 ^{NS}	67,61	50,40 ^{NS}	64,44

^{NS} No significativo al 5 % de probabilidad.

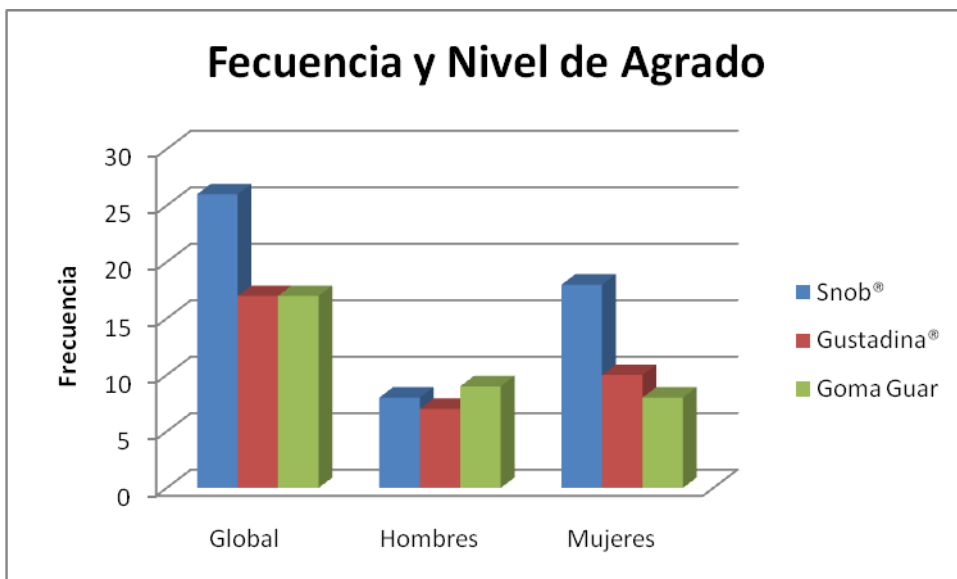


Figura 3. Frecuencia y nivel de agrado

3.2.5.3. Nivel de agrado: Análisis d'

El análisis d' determinó que la diferencia en el nivel de agrado de las tres jaleas no fue estadísticamente significativa (Tabla 14). Sin embargo, se observó que Goma Guar superó en nivel de agrado a Gustadina® en el análisis global y a Snob® entre los hombres (Tabla 15). Los resultados coincidieron a los obtenidos mediante el análisis del Índice R .

Wierenga (1974), Hutchinson (1979), Harries *et al.* (1982), O'Mahony (1982), Brockhoff *et al.* (1998) y Ennis *et al.* (1998) propusieron como alternativa al análisis estadístico tradicional, el modelo beta-binomial; además, un estudio realizado por Ennis y Bi (1998) demostró que las pruebas de preferencia siguen una distribución beta-binomial. Tanto el Índice R como d' toman en cuenta las suposiciones del modelo Thurstoniano (Ennis, 1993), es decir la variabilidad en la percepción de los estímulos (Angulo & O'Mahony, 2010), ambos se basan en una distribución beta-binomial y en una escala ordinal, no son afectados por el criterio de decisión ni por la variabilidad del evaluador, por

el número de categorías en que se clasifiquen los datos, ni por el tamaño de muestra, por lo que estos dos estadísticos son ideales para analizar datos de pruebas sensoriales según O'Mahony (1982) y Bi (2006). Por lo tanto, estos estudios permiten concluir, de acuerdo a los resultados de los dos métodos mencionados, que no existió diferencia estadísticamente significativa en el nivel de agrado entre estímulos confundibles, como lo fueron las tres jaleas en el presente estudio, a pesar de que el análisis de varianza (ANOVA) concluyó lo contrario; excepto dentro del género masculino, donde los tres métodos coincidieron en sus resultados.

Por otro lado, el resultado del análisis estadístico utilizando análisis de varianza solo informó sobre la significancia estadística entre frecuencias y no determinó la magnitud de la diferencia (Angulo & O'Mahony, 2005). Mediante el análisis del Índice R y de d' fue posible conocer la magnitud de la diferencia de nivel de agrado entre los pares de jaleas. Esta ventaja permitió observar como varió el nivel de agrado de cada jalea en el análisis global y por género, a pesar de no ser significativo, y determinar que la Goma Guar resultó ser una alternativa viable a la utilización de pectina en la formulación de jaleas desde el punto de vista organoléptico, puesto que la jalea elaborada con este compuesto no difirió significativamente de las jaleas comerciales, Snob[®] y Gustadina[®], e inclusive presentó un nivel de agrado superior a éstas dentro del género masculino.

Tabla 14. Resumen de prueba de diferencia significativa para valores d' entre pares

d' comparados	Global		Hombres		Mujeres	
	T	$Z_{\alpha/2}$	T	$Z_{\alpha/2}$	T	$Z_{\alpha/2}$
Snob [®] - Gustadina [®]	0,57 ^{NS}	1,96	0,24 ^{NS}	1,96	0,89 ^{NS}	1,96
Snob [®] -Goma Guar						
Snob [®] - Gustadina [®]	0,47 ^{NS}	1,96	0,71 ^{NS}	1,96	0,45 ^{NS}	1,96
Gustadina [®] -Goma Guar						
Gustadina [®] -Goma Guar	0,09 ^{NS}	1,96	0,48 ^{NS}	1,96	1,33 ^{NS}	1,96
Snob [®] -Goma Guar						

^{NS} dos valores d' son iguales al 5 % de probabilidad.

Tabla 15. Resumen del análisis d' del nivel de agrado global y por género

Pares de jaleas	Global			Hombres			Mujeres		
	A (Favorita)	d'	LCL _(95%)	A (Favorita)	d'	LCL _(95%)	A (Favorita)	d'	LCL _(95%)
Snob [®] - Gustadina [®]	Snob [®]	0,390	($0 < \delta < 0,912$)	Snob [®]	0,289	($0 < \delta < 1,124$)	Snob [®]	0,468	($0 < \delta < 1,138$)
Snob [®] -Goma Guar	Snob [®]	0,177	($0 < \delta < 0,692$)	Goma Guar	0,43	($0 < \delta < 1,256$)	Snob [®]	0,915	($0,201 < \delta < 1,629$)
Gustadina [®] -Goma Guar	Goma Guar	0,212	($0 < \delta < 0,736$)	Goma Guar	0,719	($0 < \delta < 1,558$)	Gustadina [®]	0,253	($0 < \delta < 0,913$)

δ = magnitud poblacional de la diferencia percibida entre dos estímulos

4. Conclusiones

Es posible formar geles a partir de Goma Guar con firmezas estadísticamente iguales a los de pectina. La concentración de Goma Guar y la firmeza del gel guardan una relación directamente proporcional.

La inclusión de Goma Guar en la formulación de jaleas pudo haber ayudado en la prevención de una textura grumosa debido a la acción anticristalizante que ejerce el compuesto.

La Goma Guar ofrece un rango de acción mayor al de la pectina en cuanto a condiciones de pH, ya que la carencia de grupos ionizables, hace que el compuesto sea prácticamente inalterable a los cambios de pH, manteniendo su estabilidad a valores desde 1 hasta 10.5.

El nivel de agrado de la jalea de mora elaborada con Goma Guar no difirió significativamente de las jaleas comerciales, Snob[®] y Gustadina[®], e inclusive presentó un nivel de agrado superior a éstas dentro del género masculino.

El costo en materia prima por kilo de jalea de mora cuando se utilizó Goma Guar fue 2.6 centavos de dólar menor que cuando se empleó pectina como agente gelificante.

Por tanto, la Goma Guar puede ser utilizada como materia prima alternativa a la utilización de pectina en la formulación de jaleas de frutas que requieren cantidades moderadas de pectina, logrando un producto de calidad a un menor costo de producción.

5. Recomendaciones

Para la fabricación de jaleas a partir de otras frutas utilizando Goma Guar, como agente gelificante, se debería seguir un protocolo similar al descrito en el presente estudio para determinar su factibilidad desde el punto de vista físico-químico, organoléptico y económico.

6. Referencias

- Angulo, O., & O'Mahony, M. (2005). The paired preference test and the no preference option: Was Odesky correct? *Food Quality and Preference*, 16, 425-34.
- Angulo, O., & O'Mahony, M. (2010). Aplicación del modelo de Thurstone a las pruebas sensoriales de diferencia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59, 349-357.
- Anzaldúa, A. (2005). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- ASTM: E 2262-03. (2003). *Standard Practice for Estimating Thurstonian Discriminal Distances*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. México: Pearson Educación.
- Bi, J. (2003). Difficulties and a way out: a bayesian approach for sensory difference and preference tests. *Journal of Sensory Studies*, 18, 1-18.
- Bi, J. (2006). Statistical analyses for *R*- Index. *Journal of Sensory Studies*, 21, 584-600.
- Bi, J., & Ennis, D. M. (1997). How to estimate and use the variance of *d'* from difference tests. *Journal of Sensory Studies*, 12, 87-104.
- Bi, J., & Ennis, D. M. (1998). A Thurstonian variant of the beta-binomial model for replicated difference tests. *Journal of Sensory Studies*, 13, 461-466.
- Bi, J., & Ennis, D.M. (2001). Statistical models for the A-Not A method. *Journal of Sensory Studies*, 16, 215-237.
- Bi, J., & O'Mahony, M. (2007). Updated and extended table for testing the significance of the *R*-index. *Journal of Sensory Studies*, 22, 713-720.
- Blanco, T. (2006). *Aditivos Alimentarios*. Lima: Fundación Ajinomoto para el desarrollo de la comunidad.
- Boland, A., Delahunty, C., & van Ruth, S. (2006). Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavour release and perception. *Food Chemistry*, 96 (3), 452-460.
- Bourne, M. (1982). Principles of objective texture measurements. In M. Bourne (Ed.), *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement* (pp. 44-117). London, UK: Academic Press.
- Brockhoff, P. B. & Schlich, P. (1998). Handling replications in discrimination tests. *Food Quality and Preference*, 9, 303-312.

- Chinachoti, P. & Steinberg, M. (1986). Interactions of solutes with raw starch during desorption as shown by water retention. *Journal of Food Science*, 51, 450-452.
- Cliff, N. (1993). Dominance statistics: Ordinal analyses to answer ordinal questions. *Psychological Bulletin*, 114(3), 494-509.
- Cliff, N., & Keats, J. (2003). *Ordinal Measurement in the Behavioral Sciences*. Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- CODEX STAN 79-1981. (1981). *CODEX Standard for Jams (Fruit Preserves) and Jellies*. Roma, Italia: Secretaría del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias.
- Diario Hoy*. (15 de Diciembre de 2009). Recuperado el 11 de Marzo de 2010, de <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/desde-este-mes-subio-el-precio-del-azucar-382400.html>.
- Ennis, D. M. (1993). The power of sensory discrimination methods. *Journal of Sensory Studies*, 8, 353-370.
- Ennis, D. M., & Bi, J. (1998). The beta-binomial model: Accounting for intertribal variation in replicated difference and preference tests. *Journal of Sensory Studies*, 13, 389-412.
- Fennema, O. R. (2000). *Química de los Alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Glicksman, M. (1988). *Gun Technology in the Food Industry*. New York, USA: Academic Press.
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. New York, USA: Ed. John Wiley and Sons.
- Harries, J. M., & Smith, G. L. (1982). The two-factor triangle test. *Journal of Food Technology*, 17, 153-162.
- Hoefler, A. (2004). *Hydrocolloids*. Minnesota, USA: Eagan Press.
- Holdsworth, S. (1988). *Conservación de Frutas y Hortalizas*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Hutchinson, T. P. (1979). A comment on replicated paired comparisons. *Journal of Applied Statistics*, 28 (2), 163-169.
- INEN 419. (1988). *Norma Ecuatoriana Obligatoria para Conservas Vegetales, Mermeladas de Frutas*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- IRAM 20013. (2001). *Análisis Sensorial. Metodología. Perfil de Textura*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- Jacobson, M. F. (1972). *Eater's Digest: the Consumer's Factbook of Food Additives*. New York, USA: Doubleday & company.
- Jain, N., & Babbar, S. B. (2002). Gum katira - a cheap gelling agent for plant tissue culture media. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 71, 223-229.
- Jain, N., Babbar, S. B., & Walia, N. (2005). Guar Gum as a Gelling Agent for Plant Tissue Culture Media. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 41 (3), 258-261.
- La Casa de los Químicos; Av. América N18 17, Teléfono: 2523363.
- Matissek, R., Schnepel, F., & Steiner, G. (1992). *Análisis de los Alimentos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- May, C. D. (1990). Industrial pectins: Sources, production and applications. *Carbohydrate Polymers*, 12, 79-84.
- Navarro, G. & Navarro, S. (1985). *Sustancias Pécicas: Química y Aplicaciones*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Obsidían Cia. Ltda.; El Telégrafo 715 y Últimas Noticias, Teléfono: 2247025.
- O'Mahony, M. (1982). Some assumptions and difficulties with common statistics for sensory analysis. *Journal of Food Technology*, 32, 75-82.
- Phillips, G. Williams, P. (2000). *Handbook of Hydrocolloids*. Boca Ratón, USA: CRC Press.
- Resiquim S.A. Km 9 ½ vía Daule, Guayaquil-Ecuador. Teléfono: 04 2 110112.
- Rovayo, J. (2009). *Informe de la Investigación del Producto Mermelada a Nivel de Sectores Urbanos de Guayaquil, Distrito Metropolitano de Quito, Quevedo y Babahoyo*. Quito, Ecuador: PAB-Programa alianzas para el desarrollo de Bolívar.
- Thurstone, L. L. (1954). Some new psychophysical methods. In D.R. Peryam, F.S. Pilgrim and M. Peterson, (Ed.), *Food Acceptance Testing Methodology* (pp. 100-104). Washington, DC: National Academy of Sciences-National Research Council.
- Wierenga, B. (1974). Paired comparison product testing when individual preferences are stochastic. *Journal of Applied Statistics*, 23, 384-396.

7. Anexos

Anexo 1. Cuestionario evaluación sensorial

Género: *Masculino* *Femenino* Edad: _____

Ocupación: *Personal docente* *Personal administrativo* *Planta física* *Estudiante*

¿Es usted un consumidor habitual de:

Jugo de futa *Si* *No*

Mermelada *Si* *No*

Frutas confitadas *Si* *No*

Jalea *Si* *No*

Si su respuesta es “no” para jalea y mermelada, favor entregar la encuesta y gracias por su valiosa ayuda. Si su respuesta es “sí” para cualquiera de las dos, por favor continúe con la encuesta.

Pruebe las muestras de mermelada de izquierda a derecha e indique su opinión sobre ellas inmediatamente después de probar cada muestra, marcando con una X la calificación de cada muestra en la escala.

Escala	_____	_____	_____
<i>Me gusta muchísimo</i>	_____	_____	_____
<i>Me gusta mucho</i>	_____	_____	_____
<i>Me gusta</i>	_____	_____	_____
<i>Me gusta ligeramente</i>	_____	_____	_____
<i>Ni me gusta ni me disgusta</i>	_____	_____	_____
<i>Me disgusta ligeramente</i>	_____	_____	_____
<i>Me disgusta</i>	_____	_____	_____
<i>Me disgusta mucho</i>	_____	_____	_____
<i>Me disgusta muchísimo</i>	_____	_____	_____

Comentarios _____

MUCHAS GRACIAS

Prototipo	17	18	19	20	21	22	23	24
Ingredientes	g/100g							
Goma Guar	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16
Sacarosa	53,83	53,81	53,79	53,77	53,75	53,73	53,71	53,69
Zumo de mora	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Citrato de sodio	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Sólidos solubles (°Brix)	65	64	65	64	65	65	64	65
pH	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Zumo (°Brix)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
[sacarosa] + Goma Guar	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351

Prototipo	25	26	27	28	29	30	31	32
Ingredientes	g/100g							
Goma Guar	1,18	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Sacarosa	53,67	53,50	53,55	53,60	53,65	53,70	53,70	53,70
Zumo de mora	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Citrato de sodio	0,15	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,10	0,10
Sólidos solubles (°Brix)	65	65	65	65	65	65	65	65
pH	-----	3,65	3,56	3,39	3,29	3,10	-----	-----
Zumo (°Brix)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	9,00	10,00
[sacarosa] + Goma Guar	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351

Prototipo	32	33	34	35	36	37	38	39
Ingredientes	g/100g							
Goma Guar	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Sacarosa	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70	53,70
Zumo de mora	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Citrato de sodio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sólidos solubles (°Brix)	67	67	65	65	65	65	65	65
pH	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3,10
Zumo (°Brix)	11,00	12,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
[sacarosa] + Goma Guar	0,1351	0,1351	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5

Anexo 4. Prototipos de jalea de mora a base de pectina

Prototipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingredientes	g/100g								
Pectina	0,30	0,30	0,50	0,80	1,00	1,20	1,20	1,20	1,25
Sacarosa	54,30	54,45	54,20	53,90	53,65	53,39	53,10	53,50	53,15
Zumo de mora	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Citrato de sodio	0,40	0,25	0,30	0,30	0,35	0,41	0,70	0,30	0,60
Sólidos solubles (°Brix)	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00
pH	3,55	3,34	3,20	3,25	3,30	3,34	3,47	3,07	3,40

Prototipo	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ingredientes	g/100g								
Pectina	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40
Sacarosa	53,60	53,70	53,80	53,90	54,00	54,10	54,20	54,30	54,40
Zumo de mora	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Citrato de sodio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sólidos solubles (°Brix)	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00
pH	2,96	2,99	3,00	3,03	3,04	3,04	3,07	3,09	3,15

Prototipo	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Ingredientes	g/100g								
Pectina	0,58	0,56	0,54	0,52	0,48	0,46	0,44	0,48	0,48
Sacarosa	54,22	54,24	54,26	54,28	54,32	54,34	54,36	54,36	54,34
Zumo de mora	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Citrato de sodio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,16	0,18
Sólidos solubles (°Brix)	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00
pH	3,07	3,07	3,09	3,09	3,15	3,18	3,18	3,08	3,10

Anexo 5. Resultados de nivel de agrado de jalea Snob[®], Gustadina[®] y Goma Guar

Juez	Snob [®]	Gustadina [®]	Goma Guar	Género	Edad	Ocupación
1	7	8	8	M	22	Estudiante
2	8	4	7	F	20	Estudiante
3	8	5	7	F	20	Estudiante
4	9	8	7	F	18	Estudiante
5	6	9	7	F	19	Estudiante
6	7	6	4	F	19	Estudiante
7	6	7	8	F	19	Estudiante
8	7	5	5	M	20	Estudiante
9	9	7	7	F	25	Administrativo
10	8	8	8	F	22	Estudiante
11	7	8	7	M	59	Docente
12	7	5	8	F	26	Estudiante
13	7	5	1	F	20	Estudiante
14	7	7	7	M	20	Estudiante
15	7	9	8	M	19	Estudiante
16	7	6	3	F	20	Estudiante
17	9	8	6	F	19	Estudiante
18	7	7	5	F	20	Estudiante
19	8	9	7	F	17	Estudiante
20	7	9	9	F	18	Estudiante
21	9	7	9	M	23	Estudiante
22	8	7	6	M	23	Estudiante
23	8	7	4	F	23	Estudiante
24	7	8	4	F	22	Estudiante
25	6	7	4	M	21	Estudiante
26	8	9	9	F	20	Estudiante
27	8	2	7	M	20	Estudiante
28	8	4	8	F	18	Estudiante
29	4	7	5	F	18	Estudiante
30	9	7	9	F	20	Estudiante
31	NA	NA	NA	NA	NA	NA
32	9	8	8	M	19	Estudiante
33	7	8	7	M	18	Estudiante
34	7	5	9	M	18	Estudiante
35	8	7	9	M	18	Estudiante
36	9	7	8	M	21	Estudiante
37	8	6	8	F	19	Estudiante
38	8	5	8	M	20	Estudiante

39	8	6	9	M	21	Estudiante
40	8	6	5	F	23	Estudiante
41	7	4	5	F	18	Estudiante
42	NA	NA	NA	NA	NA	NA
43	7	8	8	M	18	Estudiante
44	6	9	1	F	18	Estudiante
45	4	7	6	F	19	Estudiante
46	8	7	5	F	19	Estudiante
47	NA	NA	NA	NA	NA	NA
48	7	6	6	F	18	Estudiante
49	NA	NA	NA	NA	NA	NA
50	7	7	9	M	19	Estudiante

NA, no es consumidor de jaleas y/o mermeladas.

Tabla de Contenido

Lista de Figuras	ix
Lista de Tablas	x
1. Introducción	1
2. Materiales y métodos	4
2.1. Gel estándar y geles experimentales	4
2.2. Preparación de los geles.....	5
2.3. Preparación de las jaleas	5
2.4. Caracterización de geles y jaleas.....	8
2.5. Análisis sensorial.....	8
2.6. Análisis estadístico	9
3. Resultados y discusión	10
3.1. Geles.....	10
3.1.1. Pruebas preliminares	10
3.1.2. Firmeza de los geles	10
3.2. Jaleas	12
3.2.1. Adición de pectina y poder gelificante de la Goma Guar	12
3.2.3. Defectos de calidad	15
3.2.4. Análisis económico	16
3.2.5. Análisis sensorial	20
3.2.5.1. Nivel de agrado: Análisis de varianza (ANOVA)	20
3.2.5.2. Nivel de agrado: Análisis del Índice <i>R</i>	23
3.2.5.3. Nivel de agrado: Análisis <i>d'</i>	24
4. Conclusiones	27
5. Recomendaciones	28
6. Referencias	29
7. Anexos	32