

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE JENGIBRE
(*Zingiber officinale* R.) Y LA PROPORCIÓN AZÚCAR: MIEL DE ABEJA:
GLUCOSA SOBRE EL CONTENIDO DE POLIFENOLES, FIRMEZA,
DULZOR Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE CAMELOS DE GOMA

TESIS para obtener el título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

MARÍA LUISA HAYAYUMI VALDIVIA

TRUJILLO, PERU

2016

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:

Ing. Dr. Carlos Lescano Anadón

Presidente

Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta

Secretario

Ing. Ms. Ana Ferradas Horna

Vocal

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos

Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Luis y Zully, por su esfuerzo, confianza, paciencia y sobre todo motivación para poder seguir avanzando y mejorando como persona y profesional

A mis hermanos Micky y Junior que son mi mejor ejemplo a seguir. Por su preocupación, consejos y cariño, porque ustedes me motivan a ser mejor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ponerme en el camino a las personas correctas a lo largo de esta etapa. Gracias por todas las bendiciones.

Al Dr. Antonio Rodríguez Zevallos, como asesor y guía, por brindarme su apoyo.

Al Ing. Tomás Alza Alcántara por brindar la miel de abeja recolectada en Lambayeque y envasada por su empresa PANALZA S.A.

A los miembros del jurado: Dr. Carlos Eduardo Anadón, Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta e Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna; por sus observaciones y sugerencias en la evaluación de este trabajo.

A mis amigos Víctor Herrera Mestanza, Raniery Rodríguez y Sumiko Chang por su amistad y apoyo constante durante y después de la etapa universitaria.

A la Ing. Carla Pretell y al Ing. Luis Márquez por su constante preocupación y por darse el tiempo para resolver mis dudas sobre el desarrollo del presente trabajo.

INDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4
2.1. Caramelos de goma.....	4
2.1.1. Composición química de los productos de confitería.....	4
2.1.2. Ingredientes de los caramelos de goma	5
2.1.3. Proceso de elaboración de los caramelos de goma	8
2.2. Miel de abeja	8
2.2.1. Generalidades.....	8
2.2.3. Actividad antioxidante	11
2.3. El jengibre.....	12
2.3.1. Generalidades.....	12
2.3.2. Composición	13
2.3.3. Capacidad antioxidante	14
2.3.4. Propiedades medicinales del Jengibre.....	16
2.4. Diseño experimental de mezclas	16
2.5. Prueba de Friedman	18
2.6. Test de comparaciones múltiples.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Lugar de ejecución.....	21
3.2. Materia prima.....	21

3.3. Insumos	21
3.4. Equipos e Instrumentos	21
3.5. Metodología experimental.....	22
3.5.1. Esquema experimental.....	22
3.5.2. Formulación del caramelo de goma.	28
3.5.3. Obtención del extracto de jengibre.....	29
3.5.4. Elaboración de los caramelos de goma	30
3.6. Métodos de análisis	33
3.6.1. Polifenoles totales	33
3.6.2. Firmeza	33
3.6.3. Análisis sensorial.....	34
3.7. Métodos estadísticos	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Evaluación del contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa.	38
4.2. Evaluación de la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa	44
4.3. Evaluación de la aceptabilidad del dulzor en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.	50
4.4. Aceptabilidad general en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.	56
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. BIBLIOGRAFÍA	64
VIII. ANEXOS	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química y energética aproximada de productos de confitería	5
Cuadro 2. Composición promedio de la miel de abeja	10
Cuadro 3. Composición química del jengibre	13
Cuadro 4. Composición fenólica del jengibre	15
Cuadro 5. Combinación de proporciones para un diseño simple Lattice {3,2}.....	23
Cuadro 6. Límites Inferior y Superior para cada componente de la mezcla	24
Cuadro 7. Proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa.....	25
Cuadro 8. Proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa y concentración de jengibre para los caramelos de goma.....	26
Cuadro 9. Formulaciones del caramelo de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa.	28
Cuadro 10. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el contenido de polifenoles.	42
Cuadro 11. Coeficientes de regresión del modelo lineal y cuadrático aplicado al contenido de polifenoles en el caramelo de goma.....	43
Cuadro 12. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la firmeza	48
Cuadro 13. Coeficientes de regresión estimados para la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa	49
Cuadro 14. Prueba de Friedman para aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa	53

Cuadro 15. Test de comparaciones múltiples para el dulzor sensorial de acuerdo a Friedman	55
Cuadro 16. Prueba de Friedman para aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa	58
Cuadro 17. Test de comparaciones múltiples para la aceptabilidad general de acuerdo a Friedman.....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseños simplex lattice para q=3 y q=4 componentes.....	18
Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa.	27
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de extracto de jengibre	29
Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa.....	32
Figura 5. Ficha de la prueba de la aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporción de azúcar: miel de abeja: glucosa.....	35
Figura 6. Ficha de la prueba de aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporción de azúcar: miel de abeja: glucosa.....	36
Figura 7. Contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.....	39
Figura 8. Gráfica de contorno para el contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar (A): miel (B): glucosa (C).....	40
Figura 9. Firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.	45
Figura 10. Gráfica de contorno para la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar (A): miel (B): glucosa (C)	47

Figura 11. Aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.....	51
Figura 12. Aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.....	57

INDICE DE ANEXOS

Anexo I. Datos experimentales del contenido de polifenoles en caramelos de goma con extracto de jengibre	73
Anexo II. Datos experimentales de la firmeza de los caramelos de goma con extracto de jengibre.....	73
Anexo III. Respuestas de aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre.....	73
Anexo IV. Respuestas de la aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre.....	73
Anexo V. Vistas fotográficas	73

RESUMEN

Se estudió el efecto de cuatro niveles de concentración de extracto de jengibre y seis proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa sobre el contenido de polifenoles totales, firmeza, dulzor y aceptabilidad general de caramelos de goma.

Los caramelos de goma se prepararon con miel, glucosa, sacarosa en diferentes proporciones y con extracto de jengibre obtenido mediante un extractor de jugo y diluido al 25, 41.7, 58.3 y 75%. El contenido de polifenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu, la evaluación instrumental de la firmeza se realizó con el texturómetro INSTRON modelo 3342 mientras que para el dulzor y aceptabilidad general se utilizó una escala hedónica de nueve puntos.

Se analizaron los resultados del contenido de polifenoles y firmeza mediante un diseño de mezclas simple Lattice. Las variables se ajustaron a un modelo matemático lineal y cuadrático indicando que la concentración de extracto de jengibre y las proporciones de azúcares utilizadas tienen un efecto significativo sobre los caramelos de goma. Los modelos matemáticos tuvieron un coeficiente de determinación elevado ($R^2 > 0.87$). El extracto de jengibre al 41.7% y 27.5% de azúcar, 27.5% de miel de abeja y 10% de glucosa permitió obtener caramelos de goma con contenido de polifenoles totales y firmeza deseables equivalentes a 168.08 mg de ácido gálico/ 100 g muestra y 1.3 N. La prueba de Friedman determinó el efecto significativo de la concentración de extracto y proporción de azúcares sobre la aceptabilidad del dulzor y aceptabilidad general, donde los caramelos de goma con la concentración de extracto y la proporción de azúcar: miel de abeja: glucosa mencionados anteriormente fueron calificados con me gusta moderadamente en ambas pruebas sensoriales.

ABSTRACT

The effects of four concentration levels of ginger extract and six proportions of sugar: honey: glucose; over the total content of polyphenols, firmness, sweetness and general acceptability of jelly candies were evaluated.

The jelly candies were made with different proportions of sugar: honey: glucose, and ginger extract, which was obtained by a juice extractor and diluted with water at 25, 41.7, 58.3 and 75%. The polyphenol content was determined by the Folin-Ciocalteu reagent method, the instrumental evaluation of firmness was performed with an INSTRON texturometer, Model 3342; while sweetness and overall acceptability were measured with a hedonic scale of nine points.

The results of polyphenol content and firmness were analyzed by a simple Lattice mixtures design. Variables were fitted to a quadratic mathematical model indicating that the concentration of ginger extract and proportions of sugars used have a significant effect on jelly candies. Mathematical models had a high coefficient of determination ($R^2 > 0.87\%$). The best treatment had ginger extract at 41.7% and 27.5% sugar, 27.5% honey and 10% glucose, containing 168.08mg of Gallic acid / 100g sample and 1.3 N of firmness. The Friedman Test determined the significant effect of the extract concentration and proportions of sweeteners over the acceptability of sweetness and overall acceptability, where the best treatment was rated with moderate likeness in both sensory tests.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de confitería es tradicionalmente no recomendado tanto por su alto contenido de azúcar como por su asociación a problemas nutricionales y de salud. Uno de los principales retos que tiene la industria de los caramelos y golosinas es mejorar la calidad nutricional de sus productos debido a una creciente tendencia de los consumidores hacia una alimentación saludable y a la reducción de alimentos con alto valor calórico. Este fenómeno ha generado una oportunidad de mercado para que las golosinas sean vehículo de vitaminas, minerales y otros nutrientes indispensables, para un buen desarrollo físico y mental de los niños consumidores. Debido a que existe una amplia gama de nutrientes aplicables a la industria de las golosinas, se tiene una buena oportunidad de reformular este tipo de productos, con el fin de obtener menos calorías y que promuevan beneficios a la salud (Pérez y otros, 2012).

Entre los ingredientes empleados para hacer las gomitas, los edulcorantes son un factor importante para lograr la aceptación del consumidor. Por motivos económicos y reológicos, la sacarosa es el edulcorante que se utiliza con mayor frecuencia. Sin embargo, presenta muchos inconvenientes para la salud por su alto índice glicémico; por esta razón, la industria alimentaria se ha centrado en utilizar edulcorantes naturales para la producción de gomitas con un valor añadido (Aranda y otros, 2015). La miel posee un lugar importante en el mundo de los alimentos ya que es uno de los más completos, con características sensoriales atractivas e importantes propiedades terapéuticas y nutricionales que benefician la salud de las personas que lo consumen habitualmente (Narváez, 2015).

En los últimos años los antioxidantes presentes en las plantas han generado un gran interés entre los científicos, empresas y consumidores. Muchas especias y hierbas culinarias son fuentes comunes de polifenoles a los cuales se les ha atribuido una gran actividad antioxidante la cual juega un rol importante en la prevención de enfermedades (Wang y Zheng, 2013). El jengibre ha sido utilizado como medicina en diversas culturas de países asiáticos para el tratamiento de enfermedades como la artritis, colesterol, úlceras, depresión e impotencia. Además se le conoce mundialmente dentro de la culinaria como una especia y saborizante de bebidas como el gingerale, vinos y cervezas (Sarfaraz, 2015). Este trabajo está enfocado a la evaluación de polifenoles debido a que generan gran interés y han sido ampliamente estudiados por sus beneficios en la salud.

Además de exportar jengibre en fresco, el Perú también exporta esta raíz en forma de rodajas, deshidratado y fresco orgánico (Paredes, 2010); sin embargo, con el auge de las golosinas funcionales, sería interesante producir una con extracto de jengibre buscando beneficiar la salud de los consumidores.

El problema planteado en esta investigación fue:

¿Cuál es el efecto de cuatro concentraciones de extracto de jengibre (*Zingiber officinale* R.) (25, 41.7, 58.3 y 75%) y de seis proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa (55:0:10; 0:55:10; 0:0:65; 27.5:27.5:10; 27.5:0:37.5; y 0:27.5:37.5) sobre el contenido de polifenoles totales, firmeza, dulzor y aceptabilidad general de los caramelos de goma?

Los objetivos propuestos para la investigación fueron:

- Evaluar el efecto de la concentración de extracto de jengibre y de la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa sobre el contenido de polifenoles totales, firmeza, dulzor y aceptabilidad general de los caramelos de goma.
- Determinar la concentración de extracto de jengibre y de la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa que permita obtener el mayor contenido de polifenoles totales, mayor firmeza, adecuado dulzor y mayor aceptabilidad general de los caramelos de goma.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Caramelos de goma

Los caramelos de goma son productos de consistencia gomosa, obtenidos al mezclar soluciones concentradas de azúcar en caliente con gomas y gelificantes tales como, agar, almidón modificado, pectinas, pulpas de frutas y gelatina (Gil, 2010).

Las gomas o caramelos de goma, según Colquichagua (1999) son confites que tienen en su fórmula agente colágeno que les otorga una textura elástica, esto les permite recuperar su forma rápidamente cuando se someten a presión con los dedos. Deben ser cristalinas, estables, es decir su humedad debe estar en equilibrio con el entorno.

Una elaboración típica de estos productos es la mezcla de sacarosa y jarabe de glucosa a partes iguales con diferentes proporciones del agente gelificante, según las características de producto deseadas, cocción y adición de saborizantes, colorantes y acidulantes. Posteriormente, la masa se moldea y se seca hasta obtener un producto con 12 a 20% de humedad (Gil, 2010).

2.1.1. Composición química de los productos de confitería

Los productos como los toffees y caramelos de goma pueden tener hasta un 5-6% de proteínas; sin embargo, en su mayor parte están compuestos por gelatina y, por lo tanto, es deficitaria en aminoácidos esenciales. El valor calórico de todos estos productos se reduce a la mitad cuando se sustituyen los azúcares por polialcoholes (Gil, 2010).

En el Cuadro 1 se muestra la composición química y energética aproximada de algunos productos de confitería en los que se incluye los caramelos de goma.

Cuadro 1. Composición química y energética aproximada de productos de confitería

Componente	Caramelos duros	Toffees	Caramelos de goma	Chicles
Hidratos de carbono (%)	99	70	80-85	67-83
Proteínas (%)	-	2	5-6	-
Grasas (%)	-	17	<1	-
Agua (%)	1	10	10-12	-
Calcio (mg/100g)	Trazas	95	-	-
Hierro (mg/100g)	Trazas	1.5	-	-
Energía (kJ/100g)	2	1.8	1.4-1.5	1.1-1.4

Fuente: Gil (2010).

2.1.2. Ingredientes de los caramelos de goma

Según Periche (2014), Gil (2010) y (Edwards, 2000) los ingredientes más utilizados para la elaboración de caramelos de goma son agentes de interferencia como glucosa que evita la cristalización de azúcares, el almidón, gelatina, acidulantes y sacarosa. Describiéndose con mayor detalle a continuación:

A. Agentes de interferencia

Son ingredientes que componen un jarabe dulce e interfieren en la cantidad de azúcar que cristaliza y en el tamaño de los cristales. El más común es el azúcar invertido, pero también están la fructosa, la glucosa y el jarabe de glucosa hidrolizado de maíz.

La tecnología alimentaria emplea la glucosa en la elaboración de bebidas, productos de panadería y confitería principalmente. La materia prima para la obtención de glucosa son los almidones procedentes del maíz, del trigo, del arroz y de la papa; mediante hidrólisis enzimática y posterior evaporación, cristalización y desecación.

B. Almidón

Se utiliza como agente de moldeo, los moldes de almidón pueden reutilizarse, lo que baja los costos. Durante el moldeo, el almidón sirve de soporte a los confites, permite darles forma y absorbe la humedad. Ello provoca la formación de una cobertura externa que facilita la manipulación.

La calidad del almidón es muy importante. Muchas veces se utiliza el almidón de maíz, que es más económico; sin embargo, tiene el inconveniente de pegarse al confite y los productos quedan mal presentados. El almidón de arroz da mejores resultados porque nunca se pega y es mucho más firme que el almidón de maíz, evitándose desperdicios.

C. Gelatina

La gelatina es uno de los hidrocoloides más utilizados en confitería y proviene de la hidrólisis del colágeno, una proteína conectiva que se encuentra en los huesos y pieles de los animales. Las fuentes comerciales son normalmente el vacuno o el porcino.

En el punto de gelificación, se forma un gel transparente, termorreversible, elástico y con buena resistencia a los ciclos de congelación-descongelación. No producen sinéresis y los productos

almacenados no experimentan modificaciones a temperatura ambiente.

Este agente gelificante es uno de los ingredientes más versátiles utilizados en la confitería. Además, también se emplea como agente espumante ya que las proteínas tienden a estabilizar las espumas. Para poder utilizar la gelatina se debe humedecer y disolver a 50-60 °C, evitando que supere los 80 °C debido al riesgo de que se hidrolice.

Su capacidad gelificante se mide en grados Bloom que equivalen a la fuerza del gel formado. El rango suele estar comprendido entre 60 y 260 grados.

D. Acidulante

Los ácidos orgánicos que más se emplean en confitería son el ácido cítrico, el tartárico y el málico. Los acidulantes cumplen las funciones de aromatizar e hidrolizar el azúcar; es por eso que afecta a la dulzura de los confites y los hacen más higroscópicos.

E. Sacarosa

Se designa azúcar al producto obtenido industrialmente de la caña de azúcar, de la remolacha azucarera y de otras plantas sacarinas, en suficiente estado de pureza para la alimentación humana.

Es el componente básico de la mayoría de confites debido a sus propiedades físico-químicas y tecnológicas. Tiene un sabor agradable incluso a altas concentraciones, aporta dulzura y permite lograr una textura única en los productos de confitería. Su solubilidad a temperatura ambiente es del 66%, la cual aumenta en función de la temperatura.

2.1.3. Proceso de elaboración de los caramelos de goma

Según (Periche, 2014) el proceso de elaboración de los caramelos de goma empieza con el proceso de disolución de los azúcares en agua y la cocción hasta ebullición con la finalidad de concentrar de la mezcla y formar el jarabe inicial del producto.

Una vez enfriado el jarabe, se añaden aromas, colorantes y el agente gelificante que, en el caso de la gelatina, ha sido previamente disuelto en agua caliente. Tras la adición de todos los aditivos, la mezcla se mueve lentamente a una temperatura no superior de 60 °C, esta temperatura es importante porque si se excede, se podría desnaturalizar la proteína de la gelatina. El punto de cocción se determina al introducir y levantar una cuchara dejando caer la mezcla la cual debe formar una película que al enfriarse no se pega a los dedos.

Después la mezcla se deposita en moldes de almidón, también llamados mugol, que se forman sobre bandejas con almidón marcadas con la forma en que se requiera la golosina. En caso de utilizar los moldes de goma se dejan en una cámara hasta la gelificación de las golosinas para posteriormente desmoldarlas.

2.2. Miel de abeja

2.2.1. Generalidades

La miel es definida por el Codex Alimentario (Codex Stan 12-1981, Rev. 1997) como una sustancia producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias,

almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje (Narváez, 2015).

Según Hernández (2013) y Ulloa y otros (2010) tanto el origen botánico como entomológico de la miel ocasiona variaciones en su color, olor, sabor y composición; es por eso que existen una gran variedad de mieles con diferentes características. Por ejemplo, el color de la miel está relacionado con el contenido de minerales, polen y compuestos fenólicos y puede variar desde extra clara, pasando por tonos ámbar y llegando a ser casi negra lo cual no significa que una miel oscura sea de menor calidad si no que poseen un mayor contenido de fenoles y consecuentemente una alta capacidad antioxidante. Generalmente la miel con alto contenido de fructosa es más dulce que una miel con alta concentración glucosa. El aroma de la miel depende en gran medida de la cantidad de ácidos y aminoácidos.

Su pH menor a 4 y su acidez le dan una estabilidad ante ataques microbianos. La acidez de la miel se origina a partir de las secreciones de las glándulas salivares de la abeja y de los procesos enzimáticos y de fermentación a la que es sometida (Hernández, 2013).

2.2.2. Composición

La composición de la miel depende de diversos factores como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales, principalmente. En general, 100 g de miel de abeja contienen aproximadamente 20 g de agua y 80 g de azúcares. Además, contiene componentes minoritarios como ácidos orgánicos, flavonoides, enzimas, vitaminas, hormonas, minerales, cenizas, proteínas, aminoácidos y residuos de polen (Gutiérrez y otros, 2008).

En el Cuadro 2 se especifica la composición promedio de la miel de abeja.

Cuadro 2. Composición promedio de la miel de abeja

Componente	Promedio (%)	Rango (%)
Agua	17	13.4 – 26.6
Fructosa	39.3	21.7 – 53.9
Glucosa	32.9	20.4 – 44.4
Sacarosa	2.3	0.0 – 7.6
Otros azúcares	7.3	2.7 – 16.0
Ácidos	0.57	0.17 – 1.17
Minerales	0.17	0.02 – 1.03
Nitrógeno (proteínas y aminoácidos)	0.06	0.0- 0.13

Fuente: Cabello (2007).

Los carbohidratos constituyen el principal componente de la miel, dentro de los cuales, se encuentran los monosacáridos fructosa y glucosa. Estos azúcares simples representan el 85% de sus sólidos, ya que la miel es esencialmente una solución altamente concentrada de azúcares en agua. Los otros sólidos de la miel incluyen al menos otros 25 azúcares complejos, pero están presentes en niveles muy bajos (Ulloa y otros, 2010). Según Hernández (2013) la miel proporciona 1.4 kJ (326 calorías) por cada 100 g, mientras que el azúcar proporciona 1.6 kJ (380 calorías).

El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel y está en función de ciertos factores tales

como los ambientales y el contenido de humedad del néctar. La miel madura tiene normalmente un contenido de humedad por debajo del 18.5% y cuando se excede de este nivel, es susceptible a fermentar, particularmente cuando la cantidad de levaduras osmofílicas es suficientemente alta. Además, el contenido de agua en la miel influye en su viscosidad, peso específico y color, condicionando así su conservación y las cualidades organolépticas de este producto (Ulloa y otros, 2010).

Las enzimas son añadidas principalmente por las abejas, aunque pocas proceden de las plantas. Las abejas añaden enzimas a fin de lograr el proceso de maduración de néctar a miel y son en gran parte las responsables de la complejidad composicional de la miel. La enzima más importante de la miel es la α - glucosidasa, ya que es la responsable de convertir el disacárido sacarosa de la miel en fructosa y glucosa (Ulloa y otros, 2010).

La miel de abeja debido a su contenido de azúcares simples de asimilación rápida es altamente calórica por lo que resulta útil como fuente de energía. Además de esto contiene minerales tales como el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio (Ulloa y otros, 2010).

2.2.3. Actividad antioxidante

La actividad antioxidante es la capacidad de algunas mieles para reducir la cantidad de reacciones oxidativas en el cuerpo las cuales pueden producir efectos perjudiciales en los alimentos y el organismo, como enfermedades crónicas. Los polifenoles, los flavonoides y los ácidos fenólicos participan en el sistema antioxidante de la miel, junto con una variedad de compuestos nitrogenados, carotenoides y vitamina C (Gutiérrez y otros, 2008).

Hernández (2013) en su estudio sobre el potencial nutracéutico y la actividad antioxidante de la miel propolizada comparó el contenido de compuestos fenólicos totales en función de ácido gálico en extractos alcohólicos de propóleos, miel, miel propolizada y jengibre. El mayor contenido de compuestos fenólicos se encontró en el propóleo (2911 mg ácido gálico/ 100 g), el extracto de jengibre, presentó 1 592 mg ácido gálico / 100 g; mientras que el contenido en la miel propolizada fue de 149 mg ácido gálico / 100 g y la miel común, 141 mg ácido gálico/ 100 g.

Vit y otros (2013) analizaron 50 muestras de mieles checas, con el propósito de clasificarlas según su actividad antioxidante. El rango de la actividad antioxidante total (AAT) en las muestras de miel estuvo entre 43.55 y 290.35 μ moles equivalentes Trolox/100 g; sin embargo; no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las AAT de mieles florales, de mielada y mixtas. El contenido de flavonoides varió entre 1.90 y 15.74 mg de equivalentes de quercetina/100 g y el contenido de polifenoles varió entre 47.39 y 265.49 mg de equivalentes de ácido gálico/ 100 g.

2.3. El jengibre

2.3.1. Generalidades

El jengibre (*Zingiber officinale* R.) es una raíz originaria del este de Asia, utilizada durante muchos años por las culturas hindú y china como un alivante digestivo, el cual fue introducido en Europa en la época de los romanos, desde donde fue comercializado a otras partes del mundo hasta nuestros tiempos (Chiluiza y Ulloa, 2005).

Los rizomas nudosos del jengibre son de color cenizo por fuera y blanco amarillento por dentro, los cuales crecen horizontalmente en el suelo y se ramifican en un solo plano. Se consume de forma natural, deshidratada y confitada, la misma que puede ser ingerida diariamente (Chiluiza y Ulloa, 2005).

2.3.2. Composición

La composición química del jengibre está conformada por agua, proteínas, lípidos, aceites esenciales, almidón, otras materias extractivas no nitrogenadas, celulosa y cenizas en las proporciones que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición química del jengibre

Componente	Porcentaje (%)
Agua	10.0
Proteínas	7.5
Lípidos	3.5
Aceites esenciales	2.0
Almidón	54.0
Otras materias extractivas no nitrogenadas	13.0
Celulosa	4.5
Cenizas	5.5

Fuente: Cevallos (2012).

El jengibre contiene además muchos componentes necesarios para una buena nutrición como fibra (0.9 g), calcio (44 mg), fósforo (66 mg), entre otros. Contiene de un 4 a 7.5% de oleorresina, en la que destacan el aceite esencial (sesquiterpenos, α -zingibereno, α -curcumeno, y otros) y las sustancias picantes (gingerol y shogaol) (Fonnegra y Jiménez, 2007).

2.3.3. Capacidad antioxidante

El contenido total de fenoles de un extracto de jengibre obtenido por un proceso de extracción con CO₂ es de 870 mg/g de extracto seco (Stoilova y otros, 2007). Otros autores como Maizura (2011) indican que el contenido de polifenoles en el extracto de jengibre fresco rodea los 101.56 mg de ácido gálico/ 100 g.

Peng y otros (2011) aislaron 29 compuestos fenólicos de las raíces del jengibre fresco, de los cuales algunos se muestran en el Cuadro 4. De todos ellos el 6-shogaol mostró mayor efectividad en la protección de las células del daño causado por el peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Además el 6-shogaol, 10-gingerol y un análogo a la curcumina se identificaron como citotóxicas. Este estudio concluyó que los compuestos presentes en el jengibre tienen actividades biológicas relevantes en las enfermedades asociadas con especies que reaccionan con el oxígeno.

Las propiedades anticancerígenas del jengibre son atribuidas a los gingeroles, shogaoles y zingerones. El gingerol es uno de los componentes mayoritarios del jengibre fresco y uno de los principales de la fracción de sustancias picantes (25%). Se ha determinado que tiene fuertes efectos antioxidantes que inhiben la promoción de tumores mediante la focalización de inflamaciones y oxidación en tejidos (Watson y Preedy, 2008).

Cuadro 4. Composición fenólica del jengibre

Compuesto	Cantidad (mg/100g)
6- shogaol	24
1-Dehidrogingerdiona	14
Zingerona	166
10-gingerol	21
Gingeronas A	22
Sitosteril	1261
Stigmasterol	865
4- gingerol	10
6-gingerdiol	12
Hexahidrocurcumina	12
Gingerona C	16
Ácido 6- ginesulfónico	22
Ácido Shogasulfónico A	21
Curcumina	23

Fuente: Elaborado en base a Peng (2011).

Se realizó un estudio en ratas diabéticas para ver el efecto de una dieta a base de jengibre sobre las enzimas antioxidantes y el daño oxidativo que sufren estas por la enfermedad. En sus estudios se concluyó que el jengibre ejerce un efecto terapéutico al disminuir el estrés oxidativo y el daño hepático y renal. Con un tratamiento a base de jengibre, los niveles de glucosa en la sangre disminuyeron mientras que el peso corporal aumentó. Así mismo, se observó una restauración del sistema enzimático antioxidante a niveles normales (Shanmugam y otros, 2010).

2.3.4. Propiedades medicinales del Jengibre

Se han realizado investigaciones científicas que demuestran los diferentes resultados positivos sobre las propiedades medicinales del jengibre, entre los que se mencionan: efectos antieméticos, prevención de enfermedades de arterias coronarias, curación y prevención de artritis y úlceras estomacales, así como, también es efectivo contra el crecimiento de tumores, reumatismos, migraña y sirve como un antioxidante para el cuerpo (Chiluiza y Ulloa, 2005).

2.4. Diseño experimental de mezclas

El diseño experimental consiste en planear y conducir el trabajo para extraer la máxima cantidad de información en un mínimo número de experimentos. La idea básica es cambiar todos los factores relevantes simultáneamente sobre un grupo de experimentos planeados y conectar e interpretar los resultados usando modelos matemáticos (Myers y Montgomery, 2003).

Cuando los factores experimentales a ser estudiados son ingredientes o componentes de una mezcla, la función de la respuesta típicamente depende sobre las proporciones relativas de cada componente, no de la cantidad absoluta. Puesto que las proporciones deben sumar una cantidad fija, generalmente un 100%, los factores no se pueden variar independientemente sobre algún otro. Consecuentemente, los diseños normalmente usados para investigación y optimización no se pueden aplicar directamente, ni el espacio de coordenadas rectangular es la representación más deseable de la región experimental (Didier y otros 2007).

Al igual que en el análisis de superficie de respuesta, el objetivo en el problema de mezclas es encontrar un modelo que permita pronosticar el valor de la variable dependiente en función de sus componentes; esto se

puede realizar ajustando los modelos de experimentos con mezclas propuestas por Scheffé. Los modelos son los siguientes:

Mezcla lineal

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i$$

Mezcla cuadrática

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i < j}^q \sum_{j}^q \beta_{ij} x_i x_j$$

Mezcla Cúbica especial

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i < j}^q \sum_{j}^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < k}^q \sum_{j}^q \sum_{k}^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k$$

Los tipos más comunes de diseños de mezclas son: simplex lattice, simple centroide y diseño simple aumentado.

El diseño simple lattice consiste en un grupo de ensayos experimentales espaciados uniformemente en un triángulo, este grupo de experimentos se obtiene de la combinación de (m+1) fracciones de componentes puros que corresponden a los vértices de un triángulo (Didier y otros 2007). Las proporciones para cada uno de los q componentes son los (m+1) valores igualmente espaciados de 0 a 1 definidos como:

$$x_i = 0, \frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \dots, 1 \quad ; \quad \text{Donde } i = 1, 2, \dots, q$$

La notación {q, m} implica que se utilizaron diseños simple Lattice de q componentes y se ajustaron polinomios de grado m para la creación de

las superficies de mezcla (Didier y otros 2007). En la Figura 1 se muestran los diseños simple Lattice para 3 y 4 componentes.

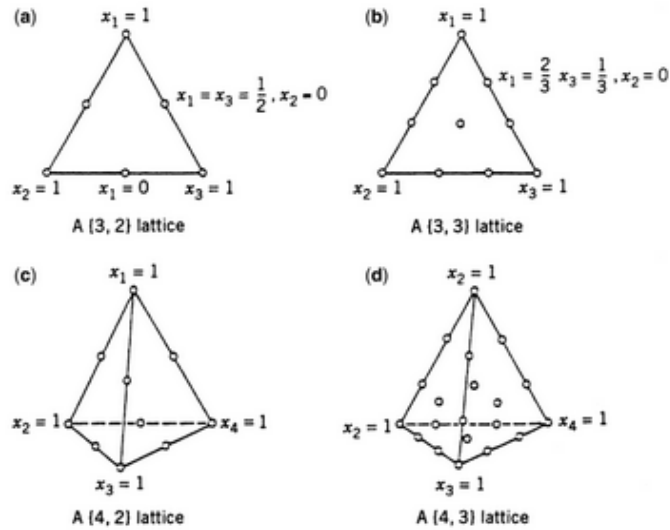


Figura 1. Diseños simplex lattice para $q=3$ y $q=4$ componentes

2.5. Prueba de Friedman

La hipótesis de interés es H_0 : no hay efecto de los tratamientos, es decir que se evalúa

$$H_0: \tau_1 = \dots \tau_s$$

Contra

$$H_a: \tau_i \neq \tau_j$$

Para cada par de tratamiento (i,j) donde $i \neq j$.

El Test de Friedman trabaja asignando rankings a los resultados obtenidos por cada algoritmo j en cada problema i . Esto es, para cada problema, se asigna un ranking $1 \leq r_{ij} \leq s$, donde s es el número de

algoritmos a comparar. Estos rankings se asignan de forma ascendente, es decir, 1 al mejor resultado, 2 al segundo y así consecutivamente

El estadístico de Friedman es

$$Q = \frac{12}{rs(s+1)} \sum_{j=1}^s R_j^2 - 3r(s+1)$$

Donde

R_j = Suma de tratamientos j

s = Número de tratamientos o algoritmos

r = Número de panelistas

La hipótesis nula que indica que todos los algoritmos se comportan similarmente, por lo que sus rankings R_j deben ser similares. Siguiendo esta hipótesis, el diseño estadístico de Friedman se distribuye de acuerdo a una distribución χ^2 con $s - 1$ grados de libertad (Dos Santos, 2001).

2.6. Test de comparaciones múltiples

Una vez que se ha determinado que existen diferencias entre las medias, las pruebas de rango post hoc y las comparaciones múltiples por parejas permiten determinar qué medias difieren.

La comparación de todos los posibles pares $s(s-1)/2$ está basado en una modificación del test de Friedman (Minchón y otros, 2012).

Sean las hipótesis

$$H_0: \tau_{j_1} = \tau_{j_2}$$

$$H_a: \tau_{j_1} \neq \tau_{j_2}$$

Para cada par de tratamientos en comparación (j_1, j_2) , $j_1 > j_2$, considere el estadístico:

$$Z_{j_1 j_2} = \frac{|r_{j_1} - r_{j_2}|}{\sqrt{s(s+1)/12r}}$$

Donde

r_j = Rango promedio

s = Número de tratamientos o algoritmos

r = Número de panelistas

La hipótesis nula es rechazada si $Z_{j_1 j_2} > QP_\alpha(r)$. Los valores $QP_\alpha(r)$ constituyen las amplitudes para rangos promedios, correspondientes a los s tratamientos y error tipo I igual a α , los cuales se encuentran tabulados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación experimental y análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materia prima

- Raíces frescas de Jengibre (*Zingiber officinale* R.) variedad criolla provenientes de Chao, sector Buena Vista, provincia de Virú, Región La Libertad.
- Miel de abeja multifloral, procedente de la región Lambayeque.
- Azúcar blanca granulada. Marca Cartavio.

3.3. Insumos

- Glucosa. Marca Melunee.
- Sorbato de potasio. Marca Su Man.
- Gelatina sin sabor en polvo (280 Bloom). Marca Gelita.
- Ácido cítrico anhidro. Marca Su Man.

3.4. Equipos e Instrumentos

- Balanza analítica Mettler Toledo. Capacidad 0-210 g, sensibilidad de 0.0001 g.
- Balanza semianalítica. Marca Ohaus, modelo Scout Pro, sensibilidad 1 g.
- Termómetro digital Multi- Thermometer. Rango 50-200 °C, precisión +- 0.01 °C
- Texturómetro Universal Instron, modelo 3342, celda de carga máxima de 50 N.

- Espectrofotómetro UV-VIS. Marca Spectronic, modelo Genesys 6, de 6 celdas. Rango 190-1100 nm
- Extractor de jugos. Marca Imaco, modelo JEFC60, con 2 velocidades y potencia de 600 watts.
- Cocina eléctrica. Marca J.P. selecta. Modelo 100442, con 6 potencias de calefacción (0-1500 watts).
- Vasos de precipitado 1000 y 250 mL.
- Cucharas.
- Moldes de silicona.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Esquema experimental

El esquema experimental para la elaboración de caramelos de goma tuvo como variables independientes a la concentración de extracto de jengibre y la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa; y como variables dependientes el contenido de polifenoles, firmeza, dulzor y la aceptabilidad general.

La evaluación de las variables paramétricas del contenido de polifenoles y la firmeza se evaluaron utilizando un diseño de mezclas tipo simple Lattice de segundo grado. Además, se aplicó la siguiente restricción:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 0.65$$

Donde

X_1 = Proporción de glucosa

X_2 = Proporción de azúcar

X_3 = proporción de miel de abeja

La restricción se aplicó debido a que el porcentaje total de azúcares dentro de la formulación es 65%.

El diseño tuvo 6 puntos o proporciones determinado por la ecuación

$$\frac{(q + m - 1)!}{m! (q - 1)!}$$

Donde $q= 3$ y $m= 2$

La combinación de proporciones del diseño de mezclas simple Lattice de grado dos con tres factores, se indica en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Combinación de proporciones para un diseño simple Lattice {3,2}

	Azúcar	Miel	Glucosa	Verificación
1	1.00	0.00	0.00	1.00
2	0.00	1.00	0.00	1.00
3	0.00	0.00	1.00	1.00
4	0.50	0.50	0.00	1.00
5	0.50	0.00	0.50	1.00
6	0.00	0.50	0.50	1.00

Se establecieron la restricción y los Límites Inferiores (L.I) y Superiores (L.S) para la glucosa, azúcar y miel de abeja (Cuadro 6) tomando en cuenta la formulación base de Morillo y Puma (2009) y pruebas preliminares en laboratorio. Considerando el Límite Inferior y Superior de la glucosa (10 y 65 respectivamente), los L.I y L.S para el azúcar y la miel se determinaron mediante la ecuación:

$$L.S_{2,3} = 0.65 - L.I_1$$

Donde:

$L.S_{2,3}$ = Límite superior del azúcar y de la miel

$L.I_1$ = Límite inferior de la glucosa

0.65 = Restricción

Cuadro 6. Límites Inferior y Superior para cada componente de la mezcla

Componente	L.I. (%)	L.S. (%)
	0	1
Azúcar	0.0	55.0
Miel	0.0	55.0
Glucosa	10.0	65.0

Las proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa a utilizar en las formulaciones de los caramelos de goma (Cuadro 7), se determinaron aplicando la siguiente fórmula:

$$P = L.I + P_s * (L.S - L.I)$$

Donde

P = Proporción del componente en la formulación

$L.I$ = Límite Inferior del componente

P_s = Valor que toma el componente según el diseño Simplex Lattice (Cuadro 5)

$L.S$ = Límite Superior del componente

Cuadro 7. Proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa

	Azúcar	Miel	Glucosa	Verificación
1	0.550	0.000	0.100	0.650
2	0.000	0.550	0.100	0.650
3	0.000	0.000	0.650	0.650
4	0.275	0.275	0.100	0.650
5	0.275	0.000	0.375	0.650
6	0.000	0.275	0.375	0.650

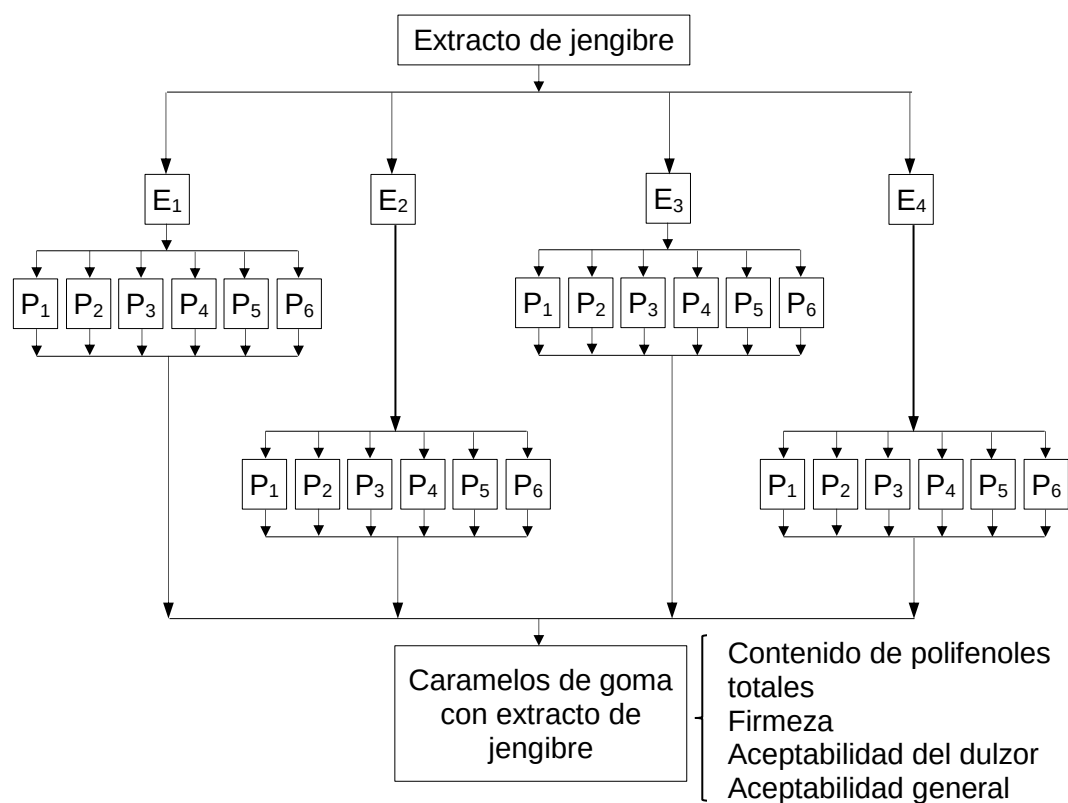
Los niveles de concentración de extracto fueron establecidos mediante pruebas preliminares.

Cada una de las cuatro concentraciones de extracto de jengibre (*Zingiber officinale* R.) (25, 41.7, 58.3 y 75%) fueron evaluadas con las seis proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa (55:0:1; 0:55:1; 0:0:65; 27.5:27.5:1; 27.5:0:37.5; y 0:27.5:37.5) dando un total de 24 formulaciones (Cuadro 8 y Figura 2).

Posteriormente se siguió el proceso detallado en el diagrama de flujo. Los caramelos de goma elaborados se sometieron a evaluación del contenido de polifenoles y firmeza, la aceptabilidad del dulzor y aceptabilidad general.

Cuadro 8. Proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa y concentración de jengibre para los caramelos de goma.

Jengibre (%)	N°	VALORES REALES			VALORES CODIFICADOS		
		Azúcar	Miel	Glucosa	A	B	C
25	1	0.55	0	0.1	1	0	0
	2	0	0.55	0.1	0	1	0
	3	0	0	0.65	0	0	1
	4	0.275	0.275	0.1	0.5	0.5	0
	5	0.275	0	0.375	0.5	0	0.5
	6	0	0.275	0.375	0	0.5	0.5
41.7	7	0.55	0	0.1	1	0	0
	8	0	0.55	0.1	0	1	0
	9	0	0	0.65	0	0	1
	10	0.275	0.275	0.1	0.5	0.5	0
	11	0.275	0	0.375	0.5	0	0.5
	12	0	0.275	0.375	0	0.5	0.5
58.3	13	0.55	0	0.1	1	0	0
	14	0	0.55	0.1	0	1	0
	15	0	0	0.65	0	0	1
	16	0.275	0.275	0.1	0.5	0.5	0
	17	0.275	0	0.375	0.5	0	0.5
	18	0	0.275	0.375	0	0.5	0.5
75	19	0.55	0	0.1	1	0	0
	20	0	0.55	0.1	0	1	0
	21	0	0	0.65	0	0	1
	22	0.275	0.275	0.1	0.5	0.5	0
	23	0.275	0	0.375	0.5	0	0.5
	24	0	0.275	0.375	0	0.5	0.5



E₁= Extracto de jengibre al 25%

E₂= Extracto de jengibre al 41.7%

E₃= Extracto de jengibre al 58.3%

E₄= Extracto de jengibre al 75%

P₁= Proporción 55% azúcar: 0% miel de abeja: 10% glucosa

P₂= Proporción 0% azúcar: 55% miel de abeja: 10% glucosa

P₃= Proporción 0% azúcar: 0% miel de abeja: 65% glucosa

P₄= Proporción 27.5% azúcar: 27.5% miel de abeja: 10% glucosa

P₅= Proporción 27.5% azúcar: 0% miel de abeja: 37.5% glucosa

P₆= Proporción 0% azúcar: 27.5% miel de abeja: 37.5% glucosa

Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa.

3.5.2. Formulación del caramelo de goma.

Se elaboraron un total de 24 formulaciones en las cuales se mantuvo constante el volumen de extracto variando su concentración y la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa. En el Cuadro 9 se indican las formulaciones de los caramelos de goma con extracto de jengibre (25, 41.7, 58.3 o 75%) y seis proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa, las cuales se repitieron para cada concentración de extracto de jengibre. La cantidad de extracto utilizada en la formulación se mantuvo constante (12% del total) sólo se varió su concentración.

Cuadro 9. Formulación del caramelo de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa.

Componente	Formulación					
	1	2	3	4	5	6
Extracto jengibre al 25% ó 41.7% ó 58.3% ó 75%	12	12	12	12	12	12
Azúcar (%)	55	0	0	27.5	27.5	0
Miel (%)	0	55	0	27.5	0	27.5
Glucosa (%)	10	10	65	10	37.5	37.5
Agua (%)	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
Gelatina (%)	7	7	7	7	7	7
Ácido Cítrico (%)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sorbato Potasio (%)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Total (%)	100	100	100	100	100	100

3.5.3. Obtención del extracto de jengibre

El procedimiento para la obtención de extracto de jengibre se realizó según lo descrito por Maizura y otros (2011), el cual se muestra en la Figura 3.

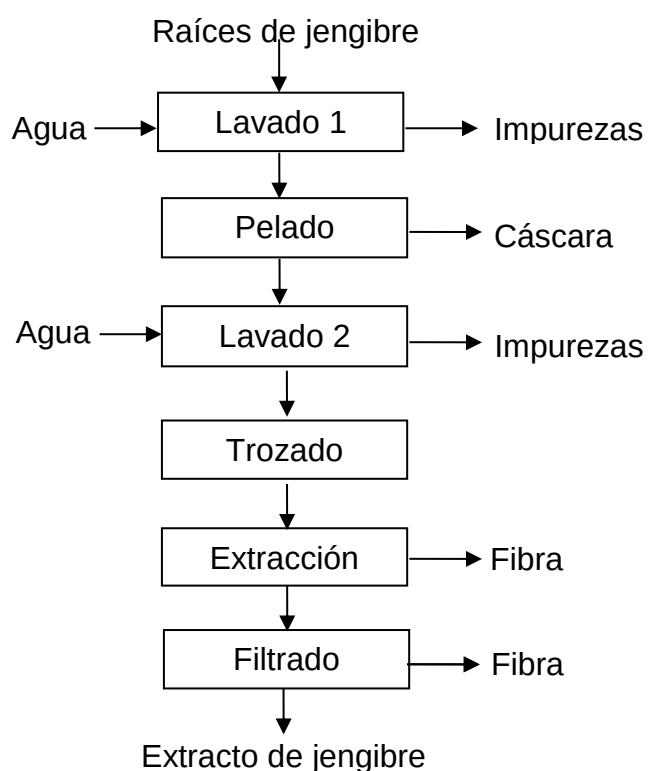


Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de extracto de jengibre

A continuación se describe el proceso de obtención de extracto de jengibre.

Lavado 1. Se lavaron las raíces con agua potable para eliminar las impurezas y la tierra adherida.

Pelado. Con la ayuda de un pelador manual, se pelaron las raíces para facilitar su extracción.

Lavado 2. Las raíces peladas se lavaron con agua potable fría para eliminar residuos de cáscara.

Trozado. Con un cuchillo, se trozaron las raíces en trozos de aproximadamente 3 cm de largo para facilitar la posterior operación.

Extracción. Los trozos de jengibre se introdujeron directamente en un extractor de jugos, el cual mediante un proceso de rallado y centrifugado, permitió obtener por un lado el extracto y por otro la fibra residual.

Filtrado. Los extractos puros fueron filtrados utilizando un papel filtro (Macherey N°4, 125 mm de espesor) con la finalidad de separar posibles residuos de fibra.

3.5.4. Elaboración de los caramelos de goma

El proceso de elaboración de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa se muestra en la Figura 4, cuya descripción detallada se presenta a continuación:

Dilución 1. En un recipiente, se diluyó el azúcar, glucosa y miel de abeja en el agua según la formulación.

Dilución 2. En un recipiente pequeño, se diluyó la gelatina en tres veces su peso con agua a 50 °C (para 14 g de gelatina base, 42 g de agua).

Calentamiento. Se sometió la mezcla de azúcares (dilución 1) más el ácido cítrico y sorbato de potasio a un calentamiento hasta los 85 °C. A los 80 °C aproximadamente se adicionó el extracto para afectar lo menor posible los compuestos antioxidantes.

Enfriado 1. Se retiró la mezcla de azúcares del calor y se enfrió hasta 50 °C para que no afectar a la gelificación del producto.

Mezclado. La solución anterior a 50 °C se mezcló con la gelatina, moviendo constantemente hasta uniformizar el contenido.

Moldeado. Se vertió lentamente la mezcla sobre los moldes para la formación de los caramelos de goma con 2 cm diámetro y 1.5 cm de altura o espesor.

Enfriado 2. Los caramelos se enfriaron hasta temperatura ambiente durante 6 horas para obtener la firmeza característica del producto.

Desmoldado. Se retiró cuidadosamente los caramelos de goma y se colocaron en bolsas Ziploc para su hermético almacenamiento a temperatura ambiente.

Se elaboraron 400 g de cada formulación, resultando 60 caramelos de goma de aproximadamente 10 g cada uno.

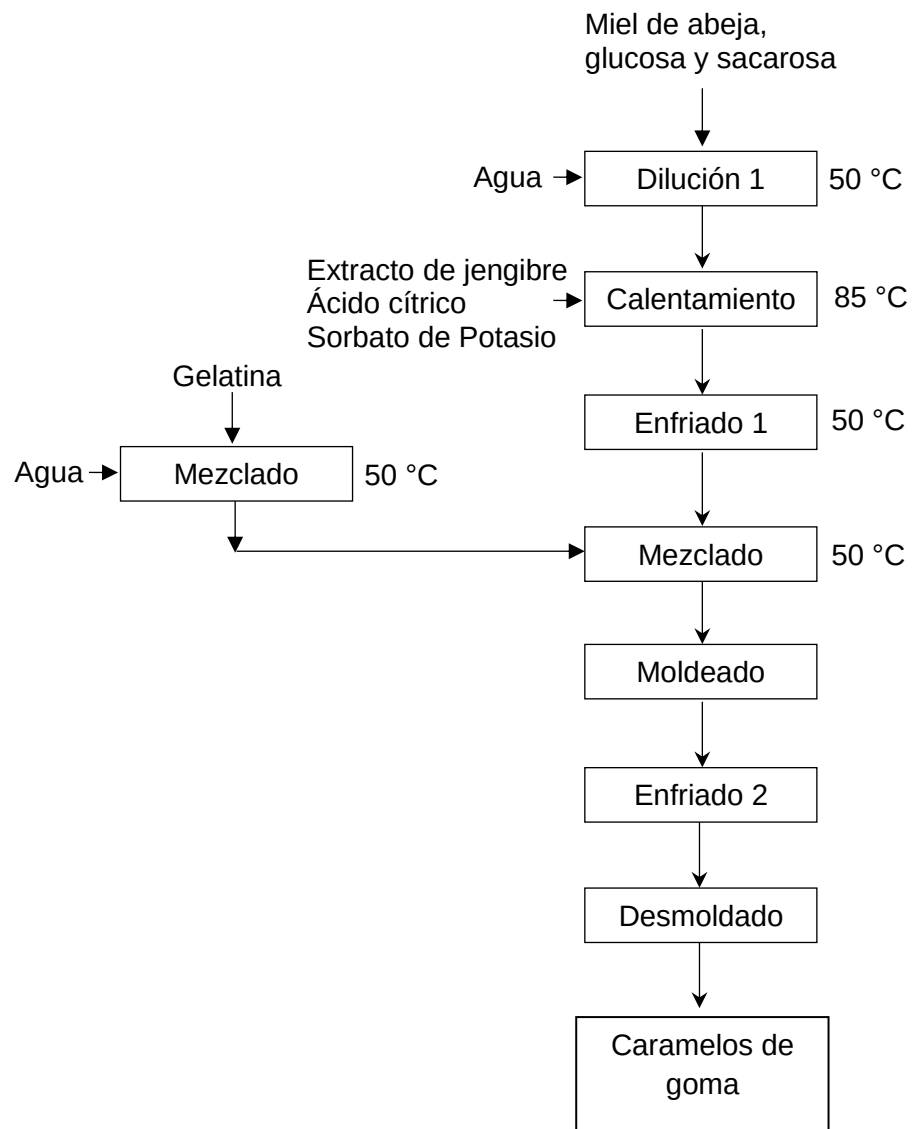


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones azúcar: miel de abeja: glucosa.

3.6. Métodos de análisis

3.6.1. Polifenoles totales

Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu, descrito por Tomassone (2012) con modificaciones del autor. Se trabajó sobre 10 g de muestra molida y 30 mL de etanol al 80%, y filtrada al vacío luego de 2 horas de agitación en oscuridad. A 40 μ L del extracto etanólico se agregan 50 μ L de etanol, 400 μ L de agua destilada y 5 μ L de una solución preparada por la mezcla de 2 g de carbonato de sodio y 500 μ L del reactivo Folin-Ciocalteu enrasados en 100 mL de hidróxido de sodio 0.1 M. Luego de dejar en reposo 30 minutos en oscuridad se determinó la absorbancia ($\lambda = 760$ nm) en el espectrofotómetro usando ácido gálico como estándar. Los resultados se expresaron en mg de ácido gálico/ 100 g de muestra.

3.6.2. Firmeza

Se ejecutó según lo descrito por Casas y Pardo (2005) utilizando el texturómetro Instron. Se usó un punzón de 3.5 mm diámetro y una velocidad de 0.1 mm/s sobre una base esférica sólida de aluminio con un diámetro de 4 cm y con una perforación central que permita el libre paso del pistón al atravesar el caramelo de goma, midiéndose la fuerza máxima para ruptura del producto. El intervalo de tiempo entre una prueba y otra fue de 100 microsegundos.

Las muestras a analizar fueron paralelepípedos de 3x3 centímetros y una altura de 1 centímetro.

3.6.3. Análisis sensorial

La aceptabilidad del dulzor y la aceptabilidad general se evaluaron utilizando una escala hedónica de nueve puntos donde 1 es me disgusta muchísimo y 9 es me gusta muchísimo. A cada uno de los calificativos empleados en la escala, se le asignó un valor de 1 a 9 (Gramza y Regula, 2007).

Ambas pruebas se realizaron conjuntamente en cuatro sesiones, cada sesión en un día diferente. Se trabajó con 35 panelistas no entrenados de ambos sexos entre 18 y 30 años habituales consumidores de caramelos de goma. Por sesión, se les entregaron 6 muestras de aproximadamente 10 g en recipientes idénticos y codificados con números aleatorios de tres dígitos y además, se les repartió a cada panelista un vaso con agua para limpiar su paladar después de la evaluación de cada muestra.

En la Figura 5 y 6 se presentan las fichas de evaluación de la aceptabilidad del dulzor y aceptabilidad general de caramelos de goma con extracto de jengibre y proporción de azúcar: miel de abeja: glucosa.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL DULZOR						
Nombre:.....			Fecha:.....			
Producto: Caramelos de goma con extracto de jengibre						
Evalúe cuidadosamente cada una de las muestras. Por favor marque con una X el recuadro que esté al nivel de la frase que mejor describa su opinión sobre su apreciación del dulzor en los caramelos de goma que acaba de probar.						
ATRIBUTO	110	159	325	209	221	336
Me gusta muchísimo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta mucho	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta moderadamente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta un poco	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me es indiferente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta un poco	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta moderadamente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta mucho	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta muchísimo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Comentarios: _____						

Figura 5. Ficha de la prueba de la aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporción de azúcar: miel de abeja: glucosa.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL						
Nombre:		Fecha:				
Producto: Caramelos de goma con extracto de jengibre						
Evalúe cuidadosamente cada una de las muestras. Por favor marque con una X el recuadro que esté al nivel de la frase que mejor describa su opinión sobre los caramelos de goma que acaba de probar						
ATRIBUTO	110	159	325	209	221	336
Me gusta muchísimo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta mucho	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta moderadamente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta un poco	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me es indiferente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta un poco	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta moderadamente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta mucho	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Me disgusta muchísimo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Comentarios: _____						

Figura 6. Ficha de la prueba de aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporción de azúcar: miel de abeja: glucosa

3.7. Métodos estadísticos

Los datos obtenidos de contenido de polifenoles totales y firmeza se analizaron mediante el diseño de mezclas simple Lattice. Se establecieron los modelos matemáticos, gráficas de contorno y los coeficientes de regresión. Posteriormente se determinó su significancia estadística mediante el análisis de varianza (ANVA).

El análisis de los resultados de las características sensoriales se realizó mediante la prueba de Friedman y luego fue contrastado con la prueba de comparaciones múltiples no paramétrico.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95% y fueron procesados con la ayuda del software Minitab 17.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel de abeja: glucosa.

El extracto utilizado para elaborar los caramelos de goma fue obtenido directamente de las raíces frescas de jengibre y obtuvo 181.338 mg de ácido gálico/ 100g de extracto. Este valor fue más alto al citado por Maizura (2011) quien señala contenido de polifenoles de 101.56 mg de ácido gálico/ 100 g de extracto aproximadamente, las diferencias pueden deberse al origen y variedad del jengibre.

En la Figura 7 se puede observar el contenido de polifenoles en los caramelos de goma, mostrando valores de 163.46 a 176.06 mg ácido gálico/100 g muestra. Se denotó variación en el contenido de polifenoles en las diferentes formulaciones indicando que a mayor concentración de extracto de jengibre y a su vez, mayor proporción de miel, mayor fue el contenido de polifenoles en los caramelos de goma. Por ejemplo, en los caramelos de goma con extracto de jengibre al 25%, las proporciones P₁, P₃ y P₅, que sólo consistieron en azúcar y glucosa (miel de abeja 0%), tuvieron en promedio 163 mg de ácido gálico/ 100 g de muestra; mientras que la misma concentración de extracto y la proporción P₂ (0% azúcar: 55% miel de abeja: 10% glucosa), 165.65 mg de ácido gálico/ 100 g de muestra. Esto demuestra que la miel no sólo es un sustituyente de la sacarosa sino que también aporta polifenoles al caramelo de goma. En el Anexo I se reportan los resultados del contenido de polifenoles para cada concentración de extracto de jengibre.

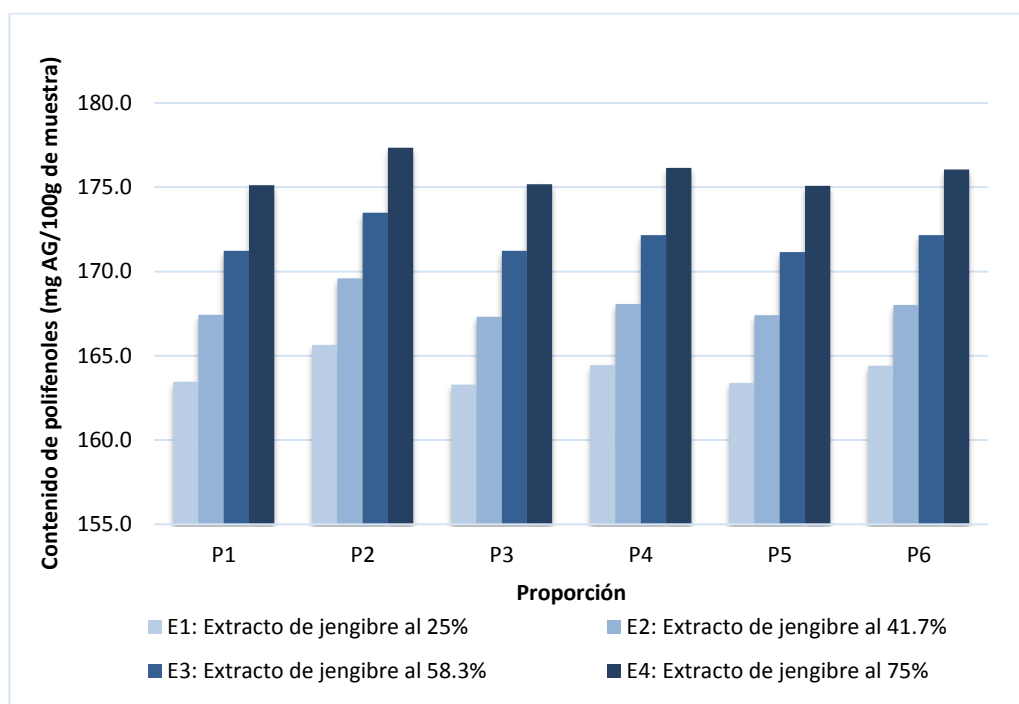


Figura 7. Contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.

El tipo de extracto y las concentraciones a las que se trabajaron permitieron obtener valores mayores que los de Kim (2005) quien elaboró gomitas con extracto de ginseng al 5, 10 y 15% y reportó un contenido de polifenoles de 14.59, 17.54 y 24.62 mg de ácido gálico/ 100 g de muestra, respectivamente. Se aprecia el mismo comportamiento en el contenido de polifenoles, es decir que al aumentar la concentración del extracto, mayor cantidad de polifenoles son reportados en las gomitas.

Gramza y Regula (2007) elaboraron caramelos de goma con extracto de té negro y té verde al 1 y 1.5 %, obteniendo un contenido de polifenoles de 245.9 y 368.8; 302.3 y 453.5 mg de ácido gálico/100 g de muestra, respectivamente. También menciona que la adición del extracto de té, es de un aditivo con capacidad antioxidante.

En la figura 8 se muestra los contornos generados por el diseño de mezcla simplex Lattice de la superficie de respuesta, donde se aprecia el efecto del contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre a diferentes concentraciones.

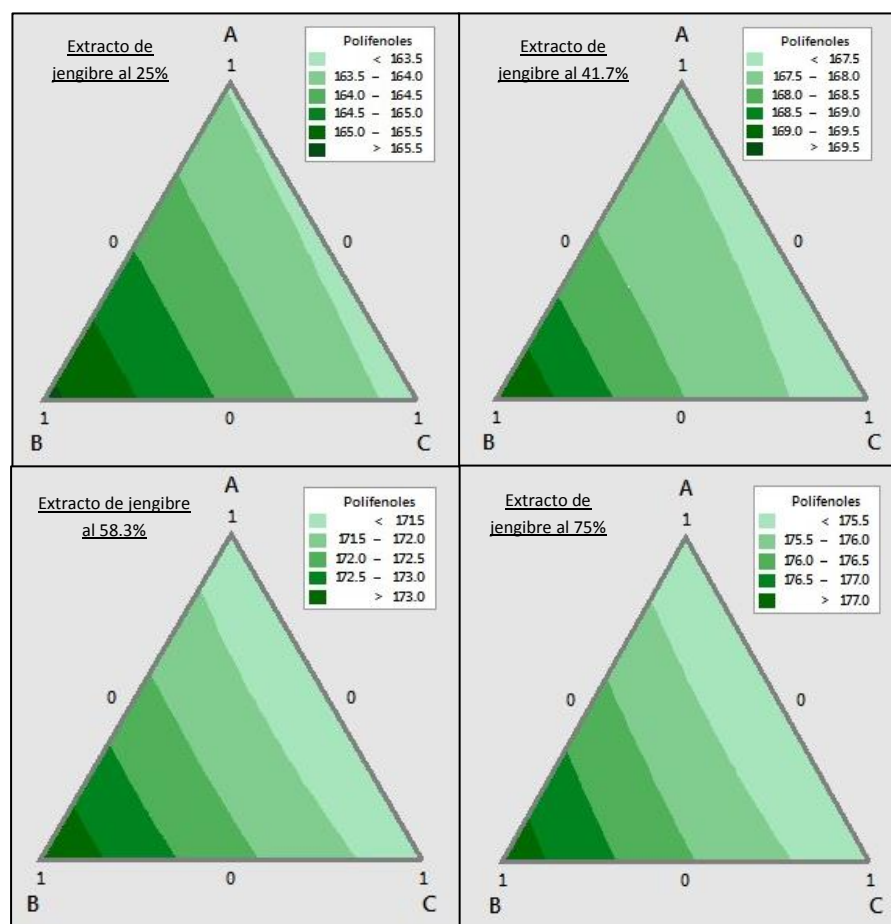


Figura 8. Gráfica de contorno para el contenido de polifenoles en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar (A): miel (B): glucosa (C).

Se puede mencionar que en todas las concentraciones de jengibre, al evaluar el efecto simple de las variables independientes, se observa que la mayor concentración de miel de abeja permite obtener valores altos de contenido de polifenoles. En caso del efecto binario se encontró que a mayor concentración de miel de abeja y menor concentración de glucosa, se obtuvo la región de interés con valores altos de contenido de polifenoles. Mientras que al medir el efecto ternario se determinó que valores altos de concentración de miel de abeja, concentraciones bajas de azúcar y glucosa permitieron obtener altos valores de contenido de polifenoles.

Los resultados del contenido de polifenoles analizados con el diseño de mezcla determinaron que el modelo lineal fue el que mejor describió la relación entre el contenido de polifenoles y el extracto de jengibre al 25%, ya que a pesar de que tuvo un coeficiente de estimación menor al del modelo cuadrático, tuvo significancia estadística ($p < 0.05$). Para las demás concentraciones de extracto (41.7, 58.3 y 75%) el modelo que mejor describió su relación con la variable de respuesta fue el modelo cuadrático. Además, el análisis de varianza (ANVA) mostró la significancia estadística del modelo. El coeficiente de determinación (R^2) indicó que el modelo seleccionado fue el que presentó mejor ajuste de los datos.

Cuadro 10. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el contenido de polifenoles.

Jengibre (%)	Términos	GL	Suma de cuadrados	Media cuadrática	p	R ²
25	Lineal	2	12.544	5.195	0.000	0.991
	Cuadrático	3	0.029	0.010	0.271	0.993
	Total	17	12.652			
41.7	Lineal	2	10.432	4.964	0.000	0.922
	Cuadrático	3	0.677	0.226	0.000	0.982
	Total	17	11.311			
58.3	Lineal	2	12.191	5.081	0.000	0.982
	Cuadrático	3	0.133	0.044	0.001	0.996
	Total	17	12.312			
75	Lineal	2	11.674	4.811	0.000	0.990
	Cuadrático	3	0.095	0.032	0.000	0.998
	Total	17	11.789			

El Cuadro 11 muestra los coeficientes de regresión usados para establecer la ecuación seleccionada que determina la influencia de las variables independientes en la respuesta para cada concentración de extracto de jengibre (ecuación 1, 2, 3 y 4), así como también la significancia del coeficiente para que pueda ser elegido como componente del modelo. El software utilizado (Minitab 17) obvia las significancias de los componentes puros A, B y C por lo que se le coloca un asterisco (*).

Cuadro 11. Coeficientes de regresión del modelo lineal y cuadrático aplicado al contenido de polifenoles en el caramelo de goma.

Jengibre (%)	Término	Coef	T	p
25	A	163.462	*	*
	B	165.650	*	*
	C	163.290	*	*
	A*B	-0.425	-1.850	0.089
	A*C	0.049	0.210	0.835
	B*C	-0.245	-1.070	0.307
41.7	A	167.430	*	*
	B	169.595	*	*
	C	167.308	*	*
	A*B	-1.715	-4.680	0.001
	A*C	0.147	0.400	0.696
	B*C	-1.699	-4.630	0.001
58.3	A	171.236	*	*
	B	173.490	*	*
	C	171.236	*	*
	A*B	-0.784	-4.400	0.001
	A*C	-0.327	-1.830	0.092
	B*C	-0.784	-4.400	0.001
75	A	175.132	*	*
	B	177.353	*	*
	C	175.189	*	*
	A*B	-0.359	-5.050	0.01
	A*C	-0.278	-2.360	0.036
	B*C	-0.833	-7.070	0.000

Las ecuaciones obtenidas fueron las siguientes:

$$\text{Polifenoles} = 163.462(A) + 165.650(B) + 163.290(C)$$

(Ecuación 1)

$$\text{Polifenoles} = 167.430(A) + 169.595(B) + 167.308(C) - 1.715(A * B) - 1.699(B * C) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\text{Polifenoles} = 171.236(A) + 173.490(B) + 171.236(C) - 0.784(A * B) - 0.784(B * C) \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$\text{Polifenoles} = 175.132(A) + 177.353(B) + 175.189(C) - 0.359(A * B) - 0.278(A * C) - 0.833(B * C) \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

A= Azúcar

B= Miel de abeja

C= Glucosa

4.2. Evaluación de la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa

En la Figura 9 se observa la influencia de la concentración de extracto de jengibre y de las proporciones de azúcar: miel: glucosa sobre la firmeza de los caramelos de goma. Los resultados indicaron que las menores concentraciones de extracto de jengibre, obtuvieron los valores de firmeza más altos entre 1.21 a 1.39 N. Así mismo se observó una variación de la firmeza que se vio influenciada por las diferentes proporciones de azúcares, encontrando que a mayor proporción de azúcar, menor de glucosa y cero de miel, se obtuvo mayor firmeza. En el Anexo II se reportan los resultados de la evaluación de la firmeza de cada concentración de extracto de jengibre.

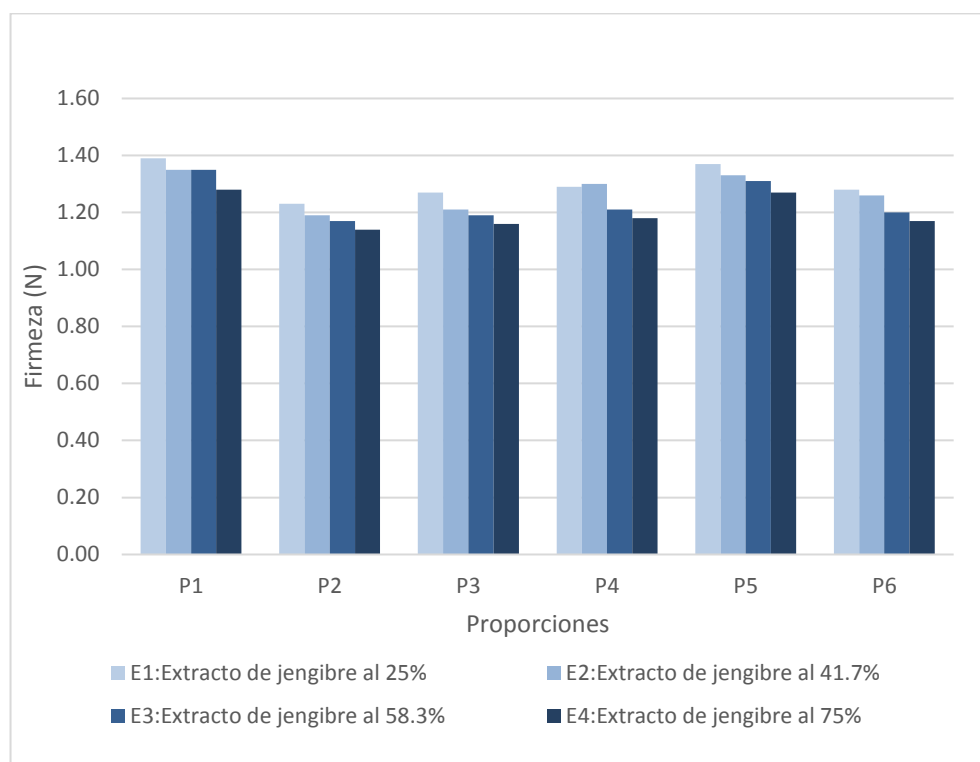


Figura 9. Firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.

Similar comportamiento fue presentado por Aranda y otros (2015) quienes presentaron valores de firmeza de 6.57 a 9.90 N en gomitas con sustitución de azúcares por estevia de 80 a 20 %, respectivamente. También mencionan que el azúcar interviene en el desarrollo de geles y los hace estables, por lo cual en los niveles más altos de sustitución se obtuvieron gomitas más blandas, característica que podría afectar directamente la aceptación del producto.

En este estudio la proporción P₁ (55% azúcar, 0% miel, 10%glucosa) 1.39 N mientras que las proporciones P₂ (0% azúcar, 55% miel, 10%glucosa) y P₃ (0% azúcar, 0% miel, 65%glucosa) obtuvieron valores menores de 1.23 y 1.27 N respectivamente. Este comportamiento en la variación de la firmeza se podría comparar con el observado en la investigación de Amagua y Casco (2015) quienes reportaron valores de 4.04, 4.13 y 6.84

N para gomitas de miel de abeja y propóleo con adición de 4 g de goma xantan, 4 g de pectina y 8 g pectina, respectivamente. Se observa que al ser mayor la concentración de azúcar, la cantidad de agua que tiene que atrapar los hidrocoloides es menor, debido a que el azúcar compite por el agua, de esta manera disminuye la atracción entre hidrocoloide-agua, haciendo que se unan entre sí y forme un gel más consistente.

Pasquel (2013) menciona que a medida que la concentración de sacarosa aumenta, la firmeza en gomita de pulpa de mora fortificada con calcio es mayor, lo que coincide con el comportamiento reportado en esta investigación.

En la Figura 10 se muestra los contornos generados por el Diseño de mezcla simplex Lattice de la superficie de respuesta, donde se aprecia el efecto de la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre a diferentes concentraciones.

Se puede mencionar que en todas las concentraciones de jengibre, al evaluar el efecto simple de las variables independientes, se observa que la mayor concentración de azúcar permite obtener valores altos de firmeza. En caso del efecto binario se encontró que a mayor concentración de azúcar y glucosa, se obtuvo la región de interés con valores altos de firmeza. Mientras que al medir el efecto ternario se determinó que valores altos de concentración de azúcar y glucosa, y concentraciones bajas de miel permitieron obtener altos valores de firmeza.

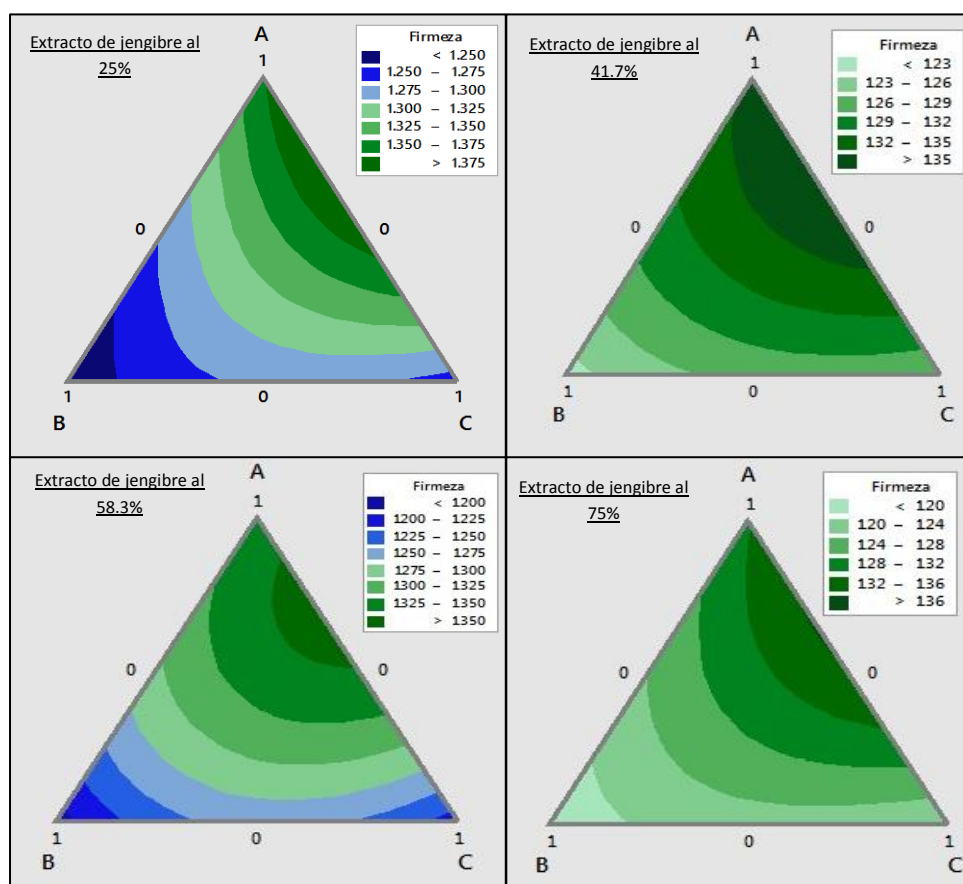


Figura 10. Gráfica de contorno para la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar (A): miel (B): glucosa (C)

Los resultados de firmeza analizados con el diseño de mezcla, determinaron que el modelo cuadrático fue el que mejor describió la relación entre la firmeza y cada concentración de extracto de jengibre (Cuadro 12). Además el análisis de varianza (ANVA) mostró la significancia estadística del modelo. El coeficiente de determinación (R^2) indicó que el modelo seleccionado fue el que presento mejor ajuste de los datos.

Cuadro 12. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la firmeza .

Jengibre (%)	Términos	GL	Suma de cuadrados	Media cuadrática	p	R ²
25	Lineal	2	0.046	0.016	0.000	0.737
	Cuadrático	3	0.014	0.005	0.000	0.957
	Total	17	0.062			
41.7	Lineal	2	0.043	0.015	0.000	0.743
	Cuadrático	3	0.008	0.003	0.028	0.876
	Total	17	0.058			
58.3	Lineal	2	0.046	0.017	0.000	0.723
	Cuadrático	3	0.017	0.006	0.000	0.994
	Total	17	0.063			
75	Lineal	2	0.055	0.018	0.000	0.667
	Cuadrático	3	0.021	0.007	0.001	0.919
	Total	17	0.083			

El Cuadro 13 muestra los coeficientes de regresión usados para establecer la ecuación seleccionada que determina la influencia de las variables independientes en la respuesta para cada concentración de extracto de jengibre (ecuación 5, 6, 7 y 8), así como también la significancia del coeficiente para que pueda ser elegido como componente del modelo. El software utilizado (Minitab 17) obvia las significancias de los componentes puros A, B y C por lo que se le coloca un asterisco (*).

Cuadro 13. Coeficientes de regresión estimados para la firmeza en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa

Jengibre (%)	Término	Coef	T	P
25	A	1.372	*	*
	B	1.232	*	*
	C	1.263	*	*
	A*B	-0.088	-2.090	0.059
	A*C	0.282	6.690	0.000
	B*C	0.128	3.040	0.010
41.7	A	1.357	*	*
	B	1.218	*	*
	C	1.264	*	*
	A*B	0.079	1.140	0.277
	A*C	0.234	3.390	0.005
	B*C	0.113	1.630	0.128
58.3	A	1.331	*	*
	B	1.189	*	*
	C	1.211	*	*
	A*B	0.145	8.820	0.000
	A*C	0.315	19.240	0.000
	B*C	0.228	13.950	0.000
75	A	1.317	*	*
	B	1.171	*	*
	C	1.198	*	*
	A*B	-0.011	-0.160	0.873
	A*C	0.391	5.870	0.000
	B*C	0.143	2.150	0.052

Las ecuaciones obtenidas fueron las siguientes:

$$Firmeza = 1.372(A) + 1.232(B) + 1.263(C) + 0.282(A * C) + 0.128(B * C)$$

(Ecuación 5)

$$Firmeza = 1.357(A) + 1.218(B) + 1.264(C) + 0.234(A * C)$$

(Ecuación 6)

$$Firmeza = 1.331(A) + 1.189(B) + 1.211(C) + 0.145(A * B) + 0.315(A * C) + 0.228(B * C)$$

(Ecuación 7)

$$Firmeza = 1.317(A) + 1.171(B) + 1.198(C) + 0.391(A * C)$$

(Ecuación 8)

Donde:

A= Azúcar

B= Miel de abeja

C= Glucosa

4.3. Evaluación de la aceptabilidad del dulzor en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.

En la Figura 11, se observa la evaluación sensorial de la aceptabilidad del dulzor mediante la aplicación de una escala hedónica de 9 puntos en caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa. Así mismo, se indica que las menores concentraciones de extracto de jengibre permitieron obtener una mayor aceptabilidad del dulzor en las muestras, y que a su vez ésta se ve influenciada por la cantidad de miel de abeja dentro de la formulación ya que mayor cantidad de miel de abeja, y azúcar y menor concentración de glucosa en la proporción de azúcares mayor es la aceptabilidad de los caramelos de

goma. En el Anexo III, se muestran los resultados de la evaluación de la aceptabilidad del dulzor para cada concentración de extracto de jengibre.

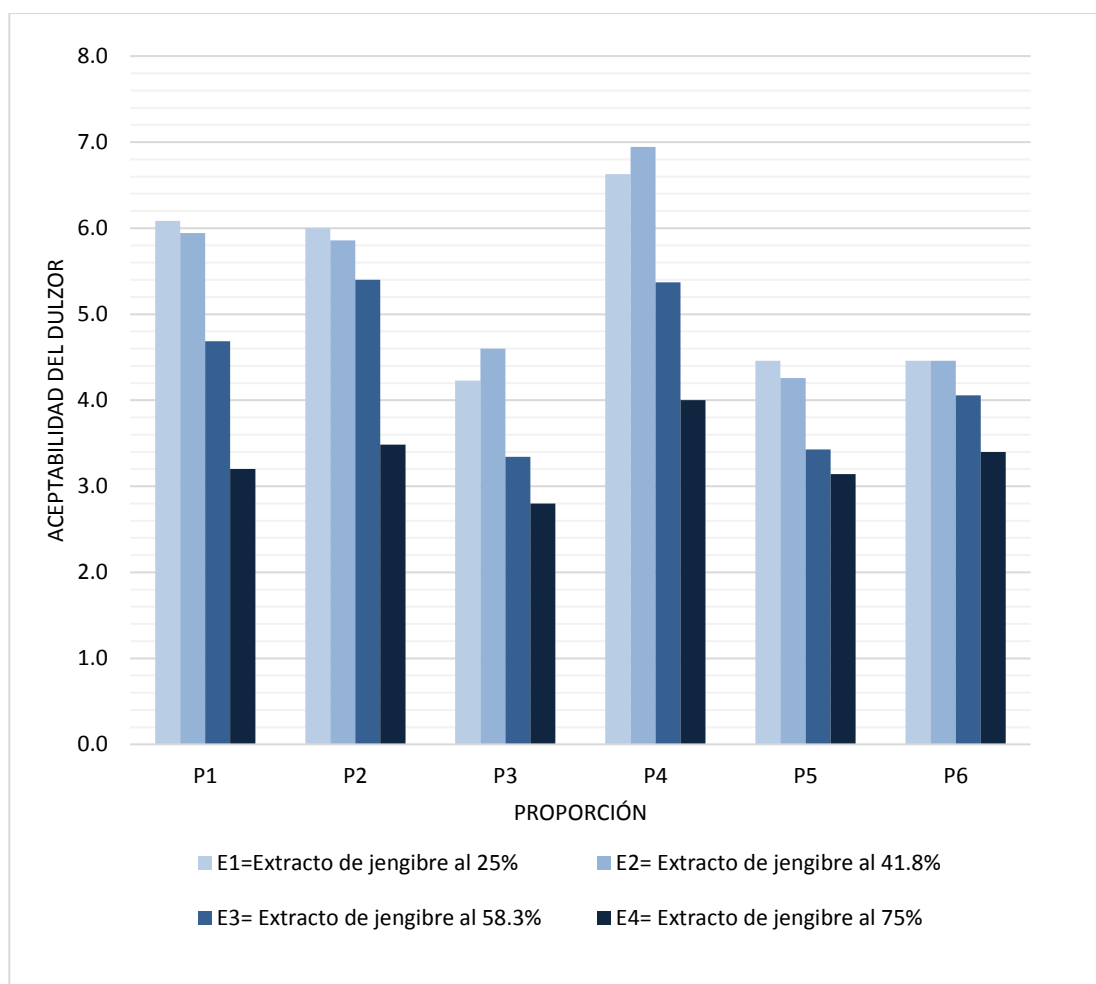


Figura 11. Aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.

Según la percepción general de los panelistas indicadas en la cartilla de evaluación, se observó en las muestras un sabor poco ácido y picante, con dulzor desde pronunciado hasta insípido, obteniendo percepciones de me disgusta moderadamente que se obtuvo en las muestras con una puntuación promedio de 2.8, que estaban conformadas por 75 % de extracto de jengibre, 0% de azúcar, 0% de miel y 65 % de glucosa; y

percepciones de me gusta moderadamente que se obtuvo en las muestras con una puntuación promedio de 6.9, que estaban conformadas por 41.7 % de extracto de jengibre, 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa.

El jengibre tiene olor cítrico así como sabor frutal y maderoso. Además, tiene sensaciones somatosensoriales como picante, ardiente, pungente, refrescante y sensación de adormecimiento (Martínez y otros, 2012).

Amagua (2015) indica que en las formulaciones de gomitas elaboradas con variaciones de la proporción de azúcar y miel, los panelistas tienden a percibir la dulzura de manera diferente y que podría ser atribuido a que las personas con poca sensibilidad a la dulzura necesitan más cucharadas en su café para conseguir el mismo resultado, lo que haría suponer que cada panelista tuvo una susceptibilidad diferente a la dulzura en las gomitas.

En el Cuadro 14, se presenta los resultados de la prueba de Friedman para la evaluación sensorial del dulzor en los caramelos de goma a diferentes concentraciones de extracto de jengibre y proporciones de azúcar:miel:glucosa, denotándose existió diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95 %. La formulación E₂P₄ obtuvo el mayor rango promedio (21.33) y fue calificado por la mayoría de panelistas con me gusta moderadamente, seguida de la formulación E₁P₄ que obtuvo 20.73 y fue calificado por la mayoría de panelistas con me gusta un poco.

Cuadro 14. Prueba de Friedman para aceptabilidad del dulzor de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa

Formulación	Rango promedio	Moda	Chi-cuadrado	P
E ₁ P ₁	19.53	5	429.63	0.00
E ₁ P ₂	19.01	6		
E ₁ P ₃	11.09	5		
E ₁ P ₄	20.73	6		
E ₁ P ₅	12.09	4		
E ₁ P ₆	11.87	4		
E ₂ P ₁	18.46	6		
E ₂ P ₂	17.84	5		
E ₂ P ₃	12.71	4		
E ₂ P ₄	21.33	7		
E ₂ P ₅	10.87	4		
E ₂ P ₆	11.54	5		
E ₃ P ₁	13.3	5		
E ₃ P ₂	16.33	5		
E ₃ P ₃	7.99	4		
E ₃ P ₄	15.94	6		
E ₃ P ₅	6.87	3		
E ₃ P ₆	10.2	4		
E ₄ P ₁	6.27	3		
E ₄ P ₂	7.01	3		
E ₄ P ₃	5.43	4		
E ₄ P ₄	9.96	5		
E ₄ P ₅	6.53	4		
E ₄ P ₆	7.1	4		

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de comparaciones múltiples, que es utilizada para obtener la información complementaria a la prueba de Friedman cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Mediante esta prueba se determinó que no existe diferencia significativa entre el tratamiento E₁P₄ (caramelo de goma con 25 % de extracto de jengibre y 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa) y E₂P₄ (caramelo de goma con 41.7 % de extracto de jengibre y 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa), pero si existen diferencia significativa con los demás tratamientos ya que los valores de Z obtenidos fueron mayores que QP1, eligiendo al tratamiento E₁P₄ o E₂P₄ como los de mayor aceptabilidad del dulzor.

Cuadro 15. Test de comparaciones múltiples para el dulzor sensorial de acuerdo a Friedman

	E ₁ P ₁	E ₁ P ₂	E ₁ P ₃	E ₁ P ₄	E ₁ P ₅	E ₁ P ₆	E ₂ P ₁	E ₂ P ₂	E ₂ P ₃	E ₂ P ₄	E ₂ P ₅	E ₂ P ₆	E ₃ P ₁	E ₃ P ₂	E ₃ P ₃	E ₃ P ₄	E ₃ P ₅	E ₃ P ₆	E ₄ P ₁	E ₄ P ₂	E ₄ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅
E ₁ P ₂	0.45																						
E ₁ P ₃	7.37	6.92																					
E ₁ P ₄	1.05	1.50	8.41																				
E ₁ P ₅	6.49	6.04	0.87	7.54																			
E ₁ P ₆	6.68	6.23	0.69	7.73	0.19																		
E ₂ P ₁	0.94	0.49	6.43	1.98	5.56	5.75																	
E ₂ P ₂	1.47	1.02	5.89	2.52	5.02	5.21	0.54																
E ₂ P ₃	5.94	5.50	1.42	6.99	0.55	0.74	5.01	4.47															
E ₂ P ₄	1.57	2.02	8.94	0.52	8.06	8.25	2.51	3.04	7.51														
E ₂ P ₅	7.55	7.10	0.19	8.60	1.06	0.87	6.62	6.08	1.61	9.12													
E ₂ P ₆	6.97	6.52	0.40	8.01	0.47	0.29	6.03	5.50	1.02	8.54	0.59												
E ₃ P ₁	5.43	4.98	1.93	6.48	1.06	1.25	4.50	3.96	0.51	7.00	2.12	1.53											
E ₃ P ₂	2.79	2.34	4.57	3.84	3.70	3.89	1.86	1.32	3.15	4.36	4.76	4.17	2.64										
E ₃ P ₃	10.07	9.62	2.70	11.12	3.58	3.39	9.13	8.60	4.13	11.64	2.52	3.10	4.64	7.28									
E ₃ P ₄	3.13	2.68	4.24	4.17	3.37	3.55	2.19	1.66	2.82	4.70	4.42	3.84	2.31	0.34	6.94								
E ₃ P ₅	11.04	10.59	3.68	12.09	4.55	4.36	10.11	9.57	5.10	12.61	3.49	4.08	5.61	8.25	0.97	7.91							
E ₃ P ₆	8.14	7.69	0.77	9.18	1.65	1.46	7.20	6.67	2.19	9.71	0.59	1.17	2.70	5.35	1.93	5.01	2.90						
E ₄ P ₁	11.56	11.12	4.20	12.61	5.07	4.89	10.63	10.09	5.62	13.13	4.01	4.60	6.13	8.77	1.50	8.44	0.52	3.43					
E ₄ P ₂	10.92	10.47	3.55	11.96	4.42	4.24	9.98	9.45	4.97	12.49	3.37	3.95	5.48	8.13	0.85	7.79	0.13	2.78	0.65				
E ₄ P ₃	12.30	11.85	4.94	13.35	5.81	5.62	11.37	10.83	6.36	13.87	4.75	5.33	6.87	9.51	2.23	9.17	1.26	4.16	0.74	1.38			
E ₄ P ₄	8.35	7.90	0.98	9.40	1.86	1.67	7.41	6.88	2.41	9.92	0.80	1.38	2.92	5.56	1.72	5.22	2.69	0.21	3.22	2.57	3.95		
E ₄ P ₅	11.34	10.89	3.98	12.39	4.85	4.66	10.41	9.87	5.40	12.91	3.79	4.37	5.91	8.55	1.27	8.21	0.30	3.20	0.22	0.42	0.96	2.99	
E ₄ P ₆	10.84	10.39	3.48	11.89	4.35	4.16	9.91	9.37	4.90	12.41	3.29	3.88	5.41	8.05	0.77	7.71	0.20	2.70	0.72	0.08	1.46	2.49	0.50

*Estadística: QP1-alfa(35)=5.4075, =0.05, Decisión: Rechazar igualdad si $Z > QP1-(35)$

4.4. Aceptabilidad general en los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.

En la Figura 12, se observa la evaluación sensorial de la aceptabilidad general mediante la aplicación de una escala hedónica de 9 puntos en caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa. Así mismo, se indica que la menor concentración de extracto de jengibre permitió obtener una mayor aceptabilidad general de las muestras, y que a su vez se ve influenciado por la formulación que contiene la misma proporción de miel y azúcar, así como la menor proporción de glucosa. En el Anexo IV, se muestran los resultados de la evaluación sensorial de la aceptabilidad general para cada concentración de extracto de jengibre.

Los caramelos de goma fueron aceptados sensorialmente por sus colores que variaron de amarillo intenso hasta marrón oscuro debido a la concentración de extracto y la proporción de miel en el caramelo. De igual manera la textura, aroma y claridad obtenida fue agradable. Según la percepción general de los panelistas indicadas en la cartilla de evaluación, se observó en las muestras calificaciones de me disgusta moderadamente que se obtuvo en las muestras con una puntuación promedio de 3.1, que estaban conformadas por 75 % de extracto de jengibre, 27.5 % de azúcar, cero de miel y 37.5 % de glucosa; y percepciones de me gusta moderadamente que se obtuvo en las muestras con una puntuación promedio de 6.7, que estaban conformadas por 41.7 % de extracto de jengibre, 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa.

Álvarez y otros (2010) elaboraron gomitas a base de miel, propóleo, menta y eucalipto, encontrando que el sabor y dulzor de la miel de abeja multiflora ayudó a enmascarar el extracto de menta y eucalipto, permitiendo una mayor aceptabilidad de las gomitas. Este

comportamiento también se observó en la presente investigación ya que el sabor y dulzor de la miel de abeja multifloral utilizada ayudó a enmascarar el sabor y la pungencia del extracto de jengibre en los caramelos de goma siendo las de mayor aceptación entre los panelistas.

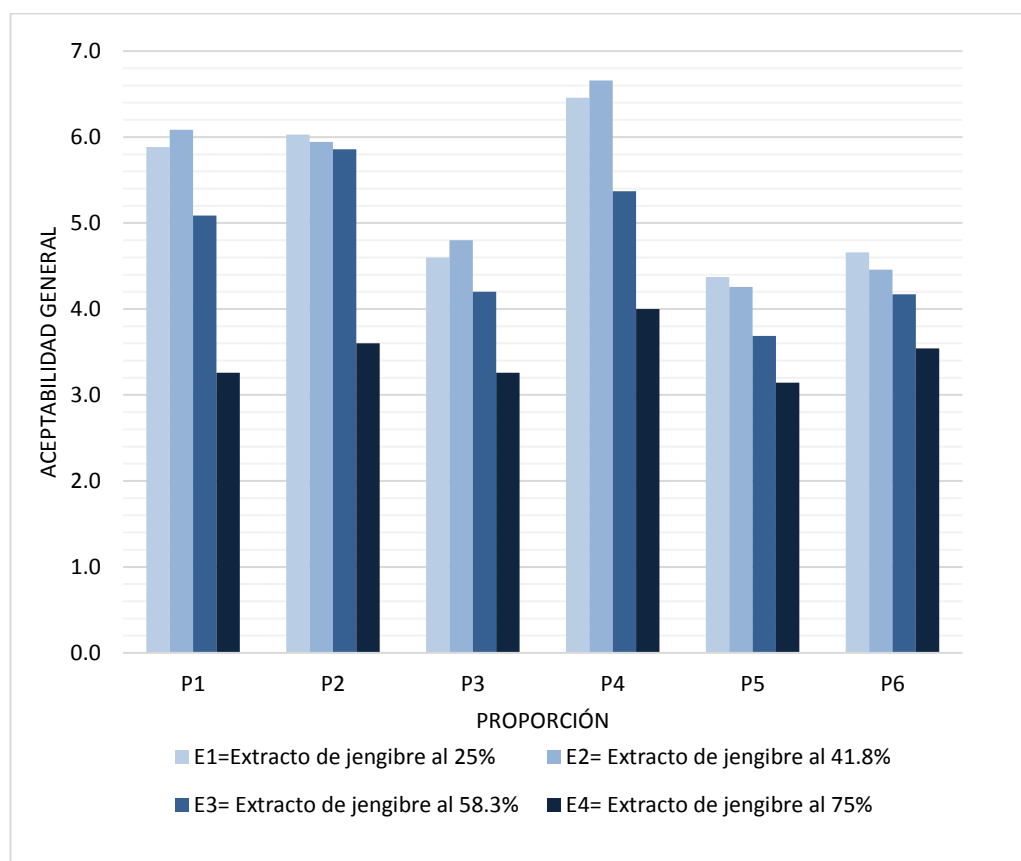


Figura 12. Aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa.

En el Cuadro 16, se presenta los resultados de la prueba de Friedman para la aceptabilidad general en los caramelos de goma a diferentes concentraciones de extracto de jengibre y proporciones de azúcar:miel:glucosa, denotándose existió diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95 %. La formulación E₂P₄ obtuvo

el mayor rango promedio (20.64) y fue calificado por la mayoría de panelistas con me gusta moderadamente, seguida de la formulación E₁P₄ que obtuvo 20.04 y fue calificado por la mayoría de panelistas con me gusta un poco.

Cuadro 16. Prueba de Friedman para aceptabilidad general de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa

Formulación	Rango promedio	Moda	Chi-cuadrado	p
E ₁ P ₁	18.71	5	427.169	0.000
E ₁ P ₂	18.59	6		
E ₁ P ₃	12.24	4		
E ₁ P ₄	20.04	6		
E ₁ P ₅	10.91	4		
E ₁ P ₆	12.3	4		
E ₂ P ₁	18.71	6		
E ₂ P ₂	17.77	5		
E ₂ P ₃	13.31	6		
E ₂ P ₄	20.64	7		
E ₂ P ₅	10.13	4		
E ₂ P ₆	10.87	5		
E ₃ P ₁	15.17	5		
E ₃ P ₂	17.59	7		
E ₃ P ₃	10.36	4		
E ₃ P ₄	15.59	5		
E ₃ P ₅	7.21	4		
E ₃ P ₆	9.94	4		
E ₄ P ₁	5.53	4		
E ₄ P ₂	6.73	4		
E ₄ P ₃	6.21	4		
E ₄ P ₄	9.26	5		
E ₄ P ₅	5.59	4		
E ₄ P ₆	6.59	4		

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de comparaciones múltiples, que es usada para obtener la información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Mediante esta prueba se determinó, al igual que en la prueba de aceptabilidad del dulzor, que no existe diferencia significativa entre el tratamiento E₁P₄ (caramelo de goma con 25 % de extracto de jengibre y 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa) y E₂P₄ (caramelo de goma con 41.7 % de extracto de jengibre y 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa), pero si existen diferencia significativa con los demás tratamientos ya que los valores de Z obtenidos fueron mayores que QP1, eligiendo al tratamiento E₁P₄ o E₂P₄ como los de mayor aceptabilidad general.

Cuadro 17. Test de comparaciones múltiples para la aceptabilidad general de acuerdo a Friedman

	E ₁ P ₁	E ₁ P ₂	E ₁ P ₃	E ₁ P ₄	E ₁ P ₅	E ₁ P ₆	E ₂ P ₁	E ₂ P ₂	E ₂ P ₃	E ₂ P ₄	E ₂ P ₅	E ₂ P ₆	E ₃ P ₁	E ₃ P ₂	E ₃ P ₃	E ₃ P ₄	E ₃ P ₅	E ₃ P ₆	E ₄ P ₁	E ₄ P ₂	E ₄ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅
E ₁ P ₂	0.11																						
E ₁ P ₃	5.65	5.53																					
E ₁ P ₄	1.16	1.27	6.80																				
E ₁ P ₅	6.80	6.69	1.16	7.96																			
E ₁ P ₆	5.60	5.48	0.05	6.75	1.21																		
E ₂ P ₁	0.00	0.11	5.65	1.16	6.80	5.60																	
E ₂ P ₂	0.82	0.71	4.82	1.98	5.98	4.77	0.82																
E ₂ P ₃	4.71	4.60	0.94	5.87	2.09	0.89	4.71	3.89															
E ₂ P ₄	1.68	1.79	7.33	0.52	8.49	7.28	1.68	2.51	6.39														
E ₂ P ₅	7.49	7.38	1.84	8.65	0.69	1.89	7.49	6.67	2.78	9.17													
E ₂ P ₆	6.84	6.73	1.20	8.00	0.04	1.25	6.84	6.02	2.13	8.52	0.65												
E ₃ P ₁	3.09	2.98	2.56	4.25	3.71	2.51	3.09	2.27	1.62	4.77	4.40	3.75											
E ₃ P ₂	0.98	0.87	4.66	2.14	5.82	4.61	0.98	0.16	3.73	2.67	6.51	5.86	2.11										
E ₃ P ₃	7.29	7.18	1.65	8.45	0.49	1.70	7.29	6.47	2.58	8.97	0.20	0.45	4.20	6.31									
E ₃ P ₄	2.73	2.62	2.92	3.89	4.08	2.87	2.73	1.91	1.98	4.41	4.76	4.11	0.36	1.75	4.56								
E ₃ P ₅	10.00	9.92	4.39	11.20	3.23	4.44	10.00	9.21	5.32	11.70	2.54	3.19	6.94	9.05	2.74	7.30							
E ₃ P ₆	7.65	7.54	2.01	8.81	0.85	2.06	7.65	6.83	2.94	9.33	0.16	0.81	4.56	6.67	0.36	4.92	2.38						
E ₄ P ₁	11.50	11.40	5.86	12.70	4.70	5.91	11.50	10.70	6.79	13.2	4.01	4.66	8.41	10.50	4.21	8.77	1.47	3.85					
E ₄ P ₂	10.50	10.30	4.81	11.60	3.65	4.86	10.50	9.63	5.75	12.10	2.97	3.61	7.37	9.47	3.17	7.73	0.42	2.80	1.05				
E ₄ P ₃	10.90	10.80	5.26	12.10	4.10	5.31	10.90	10.10	6.19	12.60	3.41	4.06	7.81	9.92	3.61	8.17	0.87	3.25	0.60	0.45			
E ₄ P ₄	8.25	8.14	2.60	9.41	1.45	2.65	8.25	7.43	3.54	9.93	0.76	1.41	5.16	7.27	0.96	5.52	1.78	0.60	3.25	2.21	2.65		
E ₄ P ₅	11.50	11.30	5.81	12.60	4.65	5.86	11.50	10.60	6.74	13.10	3.96	4.61	8.36	10.50	4.16	8.72	1.42	3.80	0.05	1.00	0.55	3.20	
E ₄ P ₆	10.60	10.50	4.94	11.70	3.78	4.98	10.60	9.76	5.87	12.30	3.09	3.74	7.49	9.60	3.29	7.85	0.55	2.93	0.92	0.13	0.32	2.33	0.87

*Estadística: QP1-alfa(35)=5.4075, =0.05, Decisión: Rechazar igualdad si $Z > QP1-(35)$

Con esta prueba complementaria se determinó que no existe diferencia significativa entre el tratamiento E₁P₄ (caramelo de goma con 25 % de extracto de jengibre y 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa) y E₂P₄ (caramelo de goma con 41.7 % de extracto de jengibre y 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa), pero si existen diferencia significativa con los demás tratamientos ya que los valores de Z obtenidos fueron mayores que QP1, eligiendo al tratamiento E₁P₄ o E₂P₄ como los de mayor aceptabilidad general.

V. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto significativo de la concentración de extracto y la proporción azúcar: miel: glucosa sobre el contenido de polifenoles, firmeza, aceptabilidad del dulzor y aceptabilidad general. De igual manera, se determinó que el modelo cuadrático fue el que mejor describió la relación entre las variables.

La concentración de extracto de jengibre al 41.7% (E₂) y la proporción de 27.5 % de azúcar, 27.5 % de miel y 10 % de glucosa (P₄) fueron elegidos como los óptimos ya que permitieron valores de firmeza y contenido de polifenoles totales aceptables. Además, permitieron una mayor aceptabilidad del dulzor y aceptabilidad general de los caramelos de goma entre los panelistas.

VI. RECOMENDACIONES

Si se realizan dos pruebas sensoriales que puedan influir una en la otra como aceptabilidad del dulzor y aceptabilidad general, se deben programar en sesiones diferentes y con diferentes panelistas para cada prueba. De esa manera se evita la confusión y las mismas respuestas en ambas pruebas.

Evaluar la vida útil de los caramelos de goma a temperatura ambiente y los principales defectos que se muestran en el deterioro como exudación, mohos, oscurecimiento.

Evaluar la sustitución total de la sacarosa conjuntamente con la aplicación de otros gelificantes que puedan hacer sinergia con la gelatina de manera que se disminuyan las calorías sin perder las características de firmeza.

Incluir en la formulación de los caramelos de goma, extractos de otras plantas medicinales como el ginseng, uña de gato, cúrcuma entre otras para diversificar la manera de consumo, comercialización y exportación de las mismas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Acuña, O. y Torres, A. 2010. Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4343>.

Alvarez, G., Lazcano, H, Gonzalez, S. y Navarro, C. 2010. Desarrollo de formulaciones de gomitas a base de miel, propóleo, menta y eucalipto. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

Amagua, A. y Casco, M. 2015. Desarrollo de una formulación para gomitas con miel de abeja y propóleo. Biblioteca Wilson Popenoe. Honduras. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/10/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Amagua+L.%2C+Alex+S>.

Aranda, I., Tamayo, O., Barbosa, E., Segura, M., Moguel, Y. y Betancur, D. 2015. Desarrollo de una golosina tipo “gomita” reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con *Stevia rebaudiana* B.. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

Arroyo, I., Díaz, M., Jiménez, E. y Hernández, H. 2006. Elaboración de un caramelo con propiedades antioxidantes, utilizando extractos de orégano mexicano (*Lippia sp*). Instituto Politécnico Nacional. México D.F.

Bordoni, N., Escobar, A y Castillo, R. 2010. Odontología pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.

Cabello, T. 2007. Apicultura. Universidad de Almería. España.

Casas, N. y Pardo, D. 2005. Análisis de perfil de textura y propiedades de relajación de geles de mezclas de almidón de maíz ceroso entrecruzado-gelana. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/620/62040109.pdf>.

Cevallos, K. 2012. Obtención de aceite esencial crudo de jengibre (*Zingiber officinale*) mediante los métodos de soxhlet y arrastre de vapor. Universidad de las Américas. Quito. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/726>.

Chaudhari, R. 2010. Golosinas funcionales: satisfacción saludable para los golosos. Disponible en: http://www.alimentariaonline.com/media/ma036_golo.pdf.

Chiluiza, J. y Ulloa, P. 2005. Proyecto de extracción de aceite esencial de jengibre como alternativa de exportación. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Chung, H. 2010. Sensory research on ginseng food products. University of Illinois. Urbana, Illinois, USA.

Colquichagua, D. 1999. Marshmallows y gomas. Intermediate Technology Development Group. Lima, Perú.

Díaz, A. 2009. Diseño estadístico de experimentos. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquía. Colombia.

Didier, C., Ercvheverrigaray, M., Kratje, R. y Oicoechea, H. 2007. Crossed mixture design and multiple response analysis for developing complex culture media used in recombinat protein production. Editorial Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. USA.

Dos Santos, M. 2001. Estadística básica: un enfoque no paramétrico. UNAM. México.

Edwards, W. 2000. La ciencia de las golosinas. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Elliot, J. e Hilario, R. 2002. Marshmallows y gomitas enriquecidos con uña de gato. Intermediate Technology Development Group. Lima, Perú.

Fabry, I. 1989. La gelatina en pastelería y confitería. Alimentos,14 (2): 71-75.

Fennema, O. 2000. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Tercera edición. España

Fonnegra, R. y Jiménez, S. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Segunda edición. Universidad de Antioquía, Colombia.

Frankel S, Robinson G y Berenbaum M. 1998. Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. Journal of Apicultural Research, 37(1): 27-31.

Gianola, C. 1977. La industria del chocolate, bombones, caramelos y confitería. Editorial Paraninfo S.A. Madrid, España.

Gil, A. 2010. Tratado de nutrición. Segunda Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.

Gramza, A. y Regula, J. 2007. Use of tea extracts (*Camelia sinensis*) in jelly candies as polyphenols sources in human diet. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 16 (1):43-46. Disponible en: [http://apjcn.nhri.org.tw/server/apjcn/volume16/vol16suppl.1/AnnaGramzaMichalowska\(43-46\).pdf](http://apjcn.nhri.org.tw/server/apjcn/volume16/vol16suppl.1/AnnaGramzaMichalowska(43-46).pdf).

Gutiérrez, M., Rodríguez, A. y Vit, P. 2008. Miel de abejas: Una fuente de antioxidantes. Fuerza Farmacéutica. 12 (1): 39- 44.

Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia.

Hernández L. 2013. Determinación del potencial nutracéutico y la actividad antioxidante de la miel propolizada elaborada por la empresa Apicare. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Lee, Sh., Cekanova, M. y Baek, S. 2008. Multiple mechanisms are involved in 6-gingerol- induced cell growth arrest and apoptosis in human colorectal cancer cells. Mol carcinog. 47(3): 197-208.

Li, C. 2008. La medicina china. Editorial hispano europea. España.

Martínez A., Ardila C., Yamile G. y Restrepo C. 2012. Identificación y selección de descriptores de jengibre (*Zingiber Officinale*) con jueces entrenados para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional según NTC 3932. Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia.

Maizura, M. 2011. Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*Polygonum minus*), ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract. International Food Research Journal, 18: 529-534.

Mendoza, A., 2014. Caracterización nutracéutica y actividad antioxidante del polen de diferentes colmenas de abeja (*Apis mellifera*) de la empresa Apicare. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Morillo, M y Puma, M. 2009. Determinación de parámetros óptimos para elaboración de gomas utilizando pulpa de sábila (*Aloe vera*). Universidad Tecnológica del Norte. Ibarra, Ecuador.

Minchón, C., Mío, E. y Córdoba, K. 2012. Comparaciones múltiples no paramétricas en la evaluación sensorial de la apariencia y sabor de tres marcas de cerveza comercial. Revista Eciperu. Editor Víctor López Gusmán. Lima, Perú.

Muller, L. 2000. Manual de laboratorio de morfología vegetal. Centro Agronómico de Costa Rica (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Myers, R. y Montgomery, D. 2002. Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments. Segunda edición. Editorial John Wiley and sons Inc. Nueva York, Estados Unidos.

Narváez, E. 2015. Aplicación de la miel de abeja como edulcorante en recetas clásicas de pastelería. Facultad de Gastronomía. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/701>.

Okpara, M. 2005. Antibacterial activity of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts on *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*. University of agriculture. Nigeria.

Paredes, L. 2010. Exportaciones de jengibre crecen 154%. Disponible en: <http://www.agraria.pe/noticias/exportaciones-de-jengibre-crecen-154>.

Pasquel, B. 2013. Desarrollo de una gomita masticable de mora (*Rubus glaucus*) fortificada con carbonato de calcio. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2898>.

Peng, F., Tao, Q., Wu, X., Dou, H., Spencer, S., Mang, C., Xu, L., Sun, L., Zhao, Y., Li, H., Zeng, S., Liu, G. y Hao, X. 2011. Cytotoxic, cytoprotective and antioxidant effects of isolated phenolic compounds from fresh ginger. Elsevier. Fitoterapia. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X12000263>.

Pérez, L., Reyes, K., Godines, A. y Casillas, R. 2012. Desarrollo y caracterización de golosinas con ingredientes de interés nutrimental. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. Disponible en: <http://www.revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/47/37>.

Periche, A. 2014. Stevia y otros edulcorantes saludables en la formulación de golosinas funcionales: implicaciones tecnológicas y de calidad. Universidad Politécnica de Valencia. España. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/45995/Periche%20-%20STEVIA%20Y%20OTROS%20EDULCORANTES%20SALUDABLES%20EN%20LA%20FORMULACION%20DE%20GOLOSINAS%20FUNCIONALES%20IMP....pdf?sequence=7>.

Rodríguez P. 2014. Sustitución parcial de agar-agar por gelatina en la elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8439>.

Sarfraz, M., Muhammad, S., Ejaz, K., Fazal, R. y Hafiz, U. 2015. Phytochemistry and bioactivities of quranic plant Zanjabil-Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review. Publicaciones IDOSI. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Ejaz_Ahmad_Khan/publication/276236589_Phytochemistry_and_Bioactivities_of_Quranic_Plant_Zanjabil-Ginger_\(Zingiber_officinale_Roscoe\)_A_Review/links/555304a308ae980ca606ce99.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ejaz_Ahmad_Khan/publication/276236589_Phytochemistry_and_Bioactivities_of_Quranic_Plant_Zanjabil-Ginger_(Zingiber_officinale_Roscoe)_A_Review/links/555304a308ae980ca606ce99.pdf).

Shanmugam, K., Mallikarjuna, K., Nishanth, K., Kuo, C. y Reddy, K. 2010. Protective effect of dietary ginger on antioxidant enzymes and oxidative damage in experimental diabetic rat tissues. Food Chemistry. 124 (4): 1436-1442.

Siedentopp, U. 2008. El jengibre, una planta eficaz como medicamento, especia o infusión. Revista internacional de acupuntura. Disponible en http://www.dr-siedentopp.de/tl_files/_zeitschrift/Dietetica_eljengibre.pdf.

Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P. y Gargova, S. 2007. Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). Food Chemistry, 102: 764–770.

Tomassone, M. S. 2012. Jellies de batata en envases de polipropileno. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Resistencia. Argentina.

Ulloa, J., Mondragón, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J. y Rosas, P. 2010. La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente. México. Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>.

Vilches, F. 2005. Formulación de un snack de arándano con incorporación de fibra dietética. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. Disponible en: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2005/vilches_f/html/index-frames.html.

Vit, P., Gutiérrez, M., Titera, D., Bednar, M. y Rodríguez, A. 2008. Mieles checas categorizadas según su actividad antioxidante. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, 42(2): 237-244. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53542209>.

Wang, S. y Zheng, W. 2013. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. Agricultural and Food Chemistry. Disponible en: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf).

Watson, R. y Preedy, V. 2008. Botanical medicine in clinical practice. CAB International. Londres.

Zamora, M. y Goldner, C. 2005. Interacciones gusto-gusto y gusto-aroma: efecto del alcohol etílico. Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los alimentos. Vol. 23. Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/interacciones-gusto-gusto-y-gusto-aroma.pdf>.

viii. ANEXOS

ANEXO I

DATOS EXPERIMENTALES DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES EN CARAMELOS DE GOMA CON EXTRACTO DE JENGIBRE

Concentración	Proporción	Repetición			Promedio
		1	2	3	
25.0% (E ₁)	P ₁	163.437	163.486	163.462	163.46
	P ₂	165.642	165.667	165.642	165.65
	P ₃	163.486	163.241	163.143	163.29
	P ₄	164.491	164.417	164.442	164.45
	P ₅	163.364	163.413	163.388	163.39
	P ₆	164.393	164.491	164.344	164.41
41.7% (E ₂)	P ₁	167.235	167.406	167.651	167.431
	P ₂	169.636	169.538	169.611	169.595
	P ₃	167.210	167.333	167.382	167.308
	P ₄	167.970	168.141	168.141	168.084
	P ₅	167.480	167.504	167.235	167.406
	P ₆	167.945	167.970	168.166	168.027
58.3% (E ₃)	P ₁	171.277	171.253	171.179	171.236
	P ₂	173.360	173.531	173.580	173.490
	P ₃	171.204	171.253	171.253	171.236
	P ₄	172.233	172.110	172.159	172.167
	P ₅	171.155	171.179	171.130	171.155
	P ₆	172.208	172.110	172.184	172.167
75% (E ₄)	P ₁	175.099	175.124	175.173	175.132
	P ₂	177.353	177.304	177.402	177.353
	P ₃	175.173	175.197	175.197	175.189
	P ₄	176.104	176.153	176.202	176.153
	P ₅	175.124	175.075	175.075	175.091
	P ₆	176.128	176.030	176.030	176.063

ANEXO II

DATOS EXPERIMENTALES DE LA FIRMEZA DE LOS CAMELOS DE GOMA CON EXTRACTO DE JENGIBRE

Concentración	Proporción	Repetición					Promedio
		1	2	3	4	5	
25% (E ₁)	P1	1.376	1.365	1.376	1.376	1.368	1.372
	P2	1.235	1.228	1.232	1.227	1.231	1.231
	P3	1.229	1.274	1.286	1.290	1.288	1.274
	P4	1.267	1.276	1.297	1.311	1.299	1.290
	P5	1.378	1.394	1.393	1.385	1.378	1.385
	P6	1.278	1.274	1.286	1.277	1.269	1.277
41.7% (E ₂)	P1	1.327	1.331	1.331	1.330	1.329	1.330
	P2	1.197	1.189	1.193	1.186	1.195	1.192
	P3	1.213	1.211	1.210	1.211	1.212	1.211
	P4	1.312	1.307	1.292	1.289	1.285	1.297
	P5	1.344	1.346	1.342	1.361	1.353	1.349
	P6	1.262	1.256	1.259	1.256	1.259	1.258
58.3% (E ₃)	P1	1.303	1.318	1.299	1.314	1.320	1.311
	P2	1.161	1.159	1.167	1.176	1.172	1.167
	P3	1.196	1.186	1.200	1.202	1.190	1.195
	P4	1.216	1.224	1.206	1.188	1.212	1.209
	P5	1.355	1.357	1.355	1.346	1.347	1.352
	P6	1.199	1.204	1.193	1.196	1.205	1.200
75% (E ₄)	P1	1.259	1.255	1.277	1.278	1.279	1.270
	P2	1.153	1.152	1.142	1.142	1.119	1.142
	P3	1.173	1.161	1.134	1.172	1.159	1.160
	P4	1.194	1.176	1.159	1.195	1.171	1.179
	P5	1.275	1.278	1.276	1.273	1.284	1.277
	P6	1.172	1.166	1.172	1.168	1.162	1.168

ANEXO III

RESPUESTAS DE ACEPTABILIDAD DEL DULZOR DE LOS CARAMELOS DE GOMA CON EXTRACTO DE JENGIBRE

Panelista	E ₁ P ₁	E ₁ P ₂	E ₁ P ₃	E ₁ P ₄	E ₁ P ₅	E ₁ P ₆	E ₂ P ₁	E ₂ P ₂	E ₂ P ₃	E ₂ P ₄	E ₂ P ₅	E ₂ P ₆	E ₃ P ₁	E ₃ P ₂	E ₃ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆	E ₄ P ₁	E ₄ P ₂	E ₄ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅
1	6	5	5	5	4	4	8	5	4	6	3	3	7	5	4	4	3	2	3	3	1	5	1
2	8	6	6	6	3	6	9	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	6	3	2	4	2	2
3	5	7	1	7	4	6	5	6	4	9	3	6	1	5	4	4	2	2	1	4	1	3	3
4	8	6	6	6	5	5	8	7	6	7	4	5	5	6	5	6	4	4	3	4	4	3	4
5	6	5	3	5	5	4	5	9	5	6	4	3	4	6	4	7	3	3	2	4	4	5	3
6	6	5	4	8	4	4	6	5	6	5	4	3	6	3	5	4	6	5	2	3	4	3	3
7	8	6	5	7	6	5	6	3	6	7	5	5	7	3	6	4	2	2	4	3	3	5	4
8	5	6	3	6	3	3	8	7	4	6	4	4	6	5	3	6	5	6	3	4	1	5	1
9	5	7	4	9	4	4	5	7	5	9	4	5	6	5	6	6	3	3	4	5	5	3	5
10	8	6	6	7	5	5	6	6	6	7	4	6	5	7	2	6	4	4	3	4	1	5	3
11	8	6	5	6	5	6	7	9	5	7	6	5	5	6	4	4	3	5	4	4	3	5	4
12	5	7	4	7	4	4	5	5	4	9	4	4	3	6	2	7	3	3	2	4	4	6	5
13	6	5	4	5	4	4	6	3	6	7	6	4	1	4	4	3	3	5	2	2	4	4	1
14	7	6	5	7	5	4	8	5	6	6	5	5	5	5	5	6	4	4	3	4	4	5	4
15	7	7	3	7	4	3	3	7	3	7	5	3	5	3	3	7	2	3	3	2	4	5	3
16	5	7	3	8	3	6	6	7	5	8	4	6	6	7	1	3	4	5	3	5	4	3	4
17	5	6	4	7	5	5	6	8	4	7	3	6	5	5	1	7	2	3	2	3	1	4	4
18	7	6	4	6	6	4	4	6	6	5	6	5	2	7	4	6	3	4	1	2	4	3	3
19	5	5	5	7	5	6	5	5	5	8	4	4	4	8	1	7	4	4	3	3	1	4	2
20	5	7	4	6	4	5	6	6	4	9	6	5	5	5	1	7	5	6	4	5	2	4	3

Continúa...

RESPUESTAS DE LA ACEPTABILIDAD DEL DULZOR DE LOS CARAMELOS DE GOMA CON EXTRACTO DE JENGIBRE (CONTINUACIÓN)

Panelista	E ₁ P ₁	E ₁ P ₂	E ₁ P ₃	E ₁ P ₄	E ₁ P ₅	E ₁ P ₆	E ₂ P ₁	E ₂ P ₂	E ₂ P ₃	E ₂ P ₄	E ₂ P ₅	E ₂ P ₆	E ₃ P ₁	E ₃ P ₂	E ₃ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆	E ₄ P ₁	E ₄ P ₂	E ₄ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆
21	7	6	5	7	6	4	7	5	6	7	5	3	4	4	3	6	5	6	4	5	3	3	5	4
22	6	7	3	8	5	4	6	6	4	7	4	4	3	5	1	7	5	5	1	4	1	3	1	4
23	5	7	4	9	4	3	5	5	5	7	3	5	6	7	1	3	1	3	3	3	1	5	1	3
24	5	6	5	8	5	3	4	7	2	7	3	3	4	6	1	7	5	6	4	4	1	5	1	4
25	7	6	5	8	5	4	6	5	4	7	5	6	6	5	4	4	3	4	4	3	3	5	4	4
26	5	6	4	6	3	6	6	7	3	8	3	5	5	5	4	5	4	4	3	2	3	5	4	4
27	5	7	3	8	4	5	5	6	4	7	5	6	6	7	2	4	1	4	5	3	3	2	4	3
28	5	7	4	7	3	4	5	7	6	8	5	4	5	5	4	6	3	2	4	3	4	4	3	1
29	7	5	5	5	6	5	7	5	5	5	5	6	6	6	3	6	3	3	5	4	2	4	4	1
30	6	5	5	6	4	3	8	4	5	6	4	3	6	5	6	6	4	5	5	4	5	4	4	4
31	6	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	6	5	7	4	4	3	3	4	5	4	4
32	6	7	4	6	5	4	7	5	3	6	3	5	5	4	5	4	3	5	4	3	3	1	1	4
33	6	5	5	5	6	5	6	6	5	9	4	4	3	6	3	5	4	4	4	5	3	4	4	5
34	6	5	4	6	4	4	6	5	3	5	3	3	3	5	2	4	3	4	4	3	2	4	4	3
35	6	5	3	6	4	4	4	5	2	8	3	3	4	7	3	5	3	4	4	3	1	4	4	3
promedio	6.1	6	4.2	6.6	4.5	4.5	5.9	5.9	4.6	6.9	4.3	4.5	4.7	5.4	3.3	5.4	3.4	4.1	3.2	3.5	2.8	4	3.1	3.4

ANEXO IV

RESPUESTAS DE LA ACEPTABILIDAD GENERAL DE LOS CARAMELOS DE GOMA CON EXTRACTO DE JENGIBRE

Panelista	E ₁ P ₁	E ₁ P ₂	E ₁ P ₃	E ₁ P ₄	E ₁ P ₅	E ₁ P ₆	E ₂ P ₁	E ₂ P ₂	E ₂ P ₃	E ₂ P ₄	E ₂ P ₅	E ₂ P ₆	E ₃ P ₁	E ₃ P ₂	E ₃ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆	E ₄ P ₁	E ₄ P ₂	E ₄ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆
1	6	5	6	5	4	4	8	5	4	6	3	3	7	7	4	4	3	3	3	3	1	5	1	2
2	8	6	6	6	3	6	9	6	6	6	5	5	6	5	5	5	4	6	3	2	4	2	2	5
3	4	7	3	7	4	6	5	6	4	9	3	6	3	7	4	4	2	2	1	4	1	3	3	1
4	8	6	6	6	5	5	8	7	6	7	4	5	6	7	5	6	4	4	3	4	4	3	4	3
5	6	4	4	5	5	4	5	9	6	6	4	3	4	7	4	8	3	3	2	4	4	5	3	3
6	6	4	4	4	4	4	7	5	6	5	4	3	4	5	5	5	6	6	2	3	4	3	3	5
7	8	6	6	7	6	5	6	5	6	7	5	5	6	5	6	4	2	2	4	3	5	5	5	2
8	5	7	3	6	3	3	8	7	4	6	4	4	5	5	4	6	5	5	3	4	1	5	1	3
9	4	7	4	9	4	5	5	7	5	7	4	5	7	6	6	5	3	3	4	5	5	3	4	3
10	8	6	6	7	5	5	6	6	6	9	4	6	5	6	4	6	4	4	3	4	1	5	3	4
11	8	6	6	6	5	6	7	8	6	7	6	5	7	6	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5
12	5	7	4	7	4	5	5	6	5	8	4	4	3	7	4	8	3	3	2	4	4	6	5	2
13	6	5	5	5	4	4	6	3	6	7	6	4	4	3	5	4	3	4	2	2	4	4	1	4
14	7	6	6	7	5	5	8	5	6	6	5	5	5	5	6	6	5	5	3	4	5	5	4	4
15	4	7	3	7	4	3	4	7	4	8	5	3	5	4	5	5	3	3	3	2	4	5	4	3
16	5	7	3	8	3	6	7	7	5	7	4	6	7	8	4	4	4	5	3	5	4	3	3	4
17	5	6	4	7	5	5	6	8	4	5	3	6	4	7	3	7	2	3	2	4	1	4	4	3
18	7	6	5	6	6	4	4	6	6	5	6	5	1	5	6	5	4	4	1	3	5	3	3	4
19	6	5	5	5	5	6	5	4	5	7	4	4	6	4	4	7	4	4	3	3	4	4	2	3
20	5	7	4	6	4	5	6	7	4	9	6	5	6	6	3	7	5	6	4	5	4	4	4	5

Continúa...

RESPUESTAS DE LA ACEPTABILIDAD GENERAL DE LOS CARAMELOS DE GOMA CON EXTRACTO DE JENGIBRE (CONTINUACIÓN).

Panelista	E ₁ P ₁	E ₁ P ₂	E ₁ P ₃	E ₁ P ₄	E ₁ P ₅	E ₁ P ₆	E ₂ P ₁	E ₂ P ₂	E ₂ P ₃	E ₂ P ₄	E ₂ P ₅	E ₂ P ₆	E ₃ P ₁	E ₃ P ₂	E ₃ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆	E ₄ P ₁	E ₄ P ₂	E ₄ P ₃	E ₄ P ₄	E ₄ P ₅	E ₄ P ₆
21	7	6	6	7	6	4	7	5	6	7	5	3	6	5	4	5	5	6	4	5	4	3	3	5
22	5	7	4	8	5	4	6	6	4	8	4	4	3	6	2	7	5	6	2	4	1	3	1	5
23	5	9	4	9	4	4	5	6	5	7	3	5	4	7	3	4	1	3	3	4	1	5	1	3
24	5	7	5	8	5	3	5	7	3	7	3	3	5	6	1	7	5	5	4	4	1	5	1	4
25	7	6	5	8	5	5	6	5	5	7	5	6	6	5	5	5	4	5	4	3	4	5	5	4
26	5	6	4	6	3	6	6	7	4	5	3	5	5	5	4	5	4	4	3	3	4	5	4	4
27	5	7	4	8	4	6	5	6	4	5	5	6	6	6	3	4	3	4	5	4	3	2	3	4
28	5	6	5	7	3	4	5	7	6	7	5	4	5	5	4	6	3	3	4	3	4	4	4	2
29	6	5	5	5	5	5	7	5	5	6	5	6	6	7	4	5	3	3	5	4	3	4	4	2
30	6	5	5	6	4	4	9	4	5	6	4	3	6	7	6	6	5	5	5	4	5	4	4	4
31	6	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	7	5	5	4	4	4	3	4	5	4	4
32	5	7	4	6	3	4	7	5	3	6	3	5	5	5	4	4	4	5	4	2	4	1	1	4
33	6	5	5	5	6	5	6	6	5	6	4	4	5	7	4	5	4	5	4	5	3	4	4	5
34	6	5	4	6	4	4	6	5	3	5	3	3	5	6	3	4	3	4	4	3	2	4	4	3
35	6	5	3	6	4	4	4	5	2	9	3	3	5	6	3	5	3	4	4	3	2	4	4	3
Promedio	5,9	6,0	4,6	6,5	4,4	4,7	6,1	5,9	4,8	6,7	4,3	4,5	5,1	5,9	4,2	5,4	3,7	4,2	3,3	3,6	3,3	4,0	3,1	3,5

ANEXO V

VISTAS FOTOGRÁFICAS



Figura A Caramelos de goma con extracto de jengibre al 25% y 55% azúcar, 0% miel, 10% glucosa



Figura B. Caramelos de goma con extracto de jengibre al 25% y 0% azúcar, 55% miel, 10% glucosa

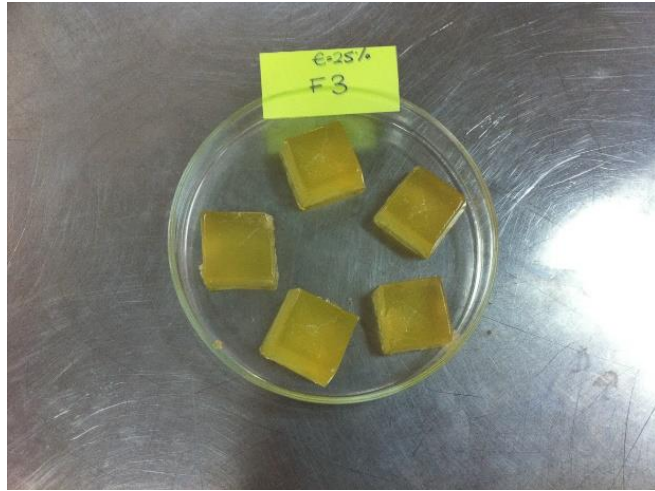


Figura C. Caramelos de goma con extracto de jengibre al 25% y 0% azúcar, 0%miel, 65% glucosa



Figura D. Caramelos de goma con extracto de jengibre al 25% y 27.5% azúcar, 27.5% miel, 10% glucosa



Figura E. Caramelos de goma con extracto de jengibre al 25% y 27.5% azúcar, 0% miel, 37.5% glucosa.



Figura F. Caramelos de goma con extracto de jengibre al 25% y 0% azúcar, 27.5% miel, 37.5% glucosa

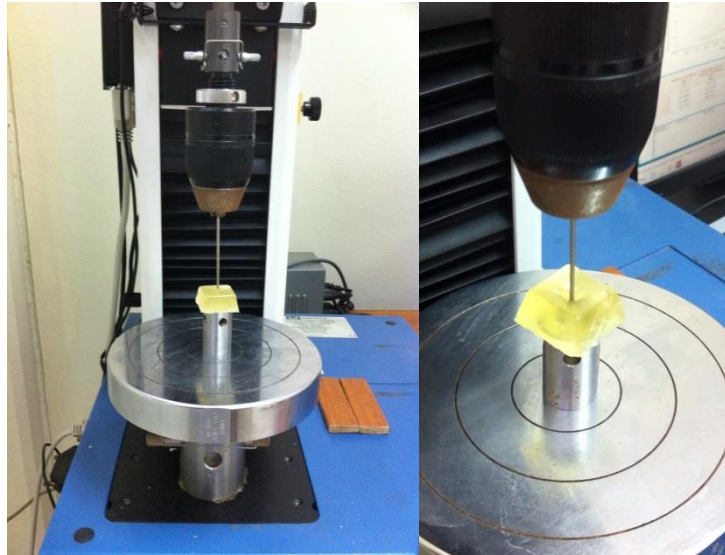


Figura G. Medición de la firmeza de los caramelos de goma con extracto de jengibre y proporciones de azúcar: miel: glucosa