

Condiciones de proceso e indicadores de calidad para la elaboración de caramelos blandos con inclusión de miel y polen apícola

Darwin Rodríguez Medina^{1*}, Consuelo Díaz-Moreno², Carlos Novoa³

RESUMEN

Los productos apícolas son alimentos naturales con características funcionales y sensoriales particulares, utilizados en la elaboración de productos de confitería. Sin embargo, esta es una práctica que se lleva a cabo artesanalmente sin un proceso estandarizado que asegure la calidad final de estos productos. Este trabajo estudió diferentes formulaciones y las condiciones de proceso para elaborar caramelos blandos evaluando características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas y utilizando una muestra comercial como control. Se utilizaron mieles de diferente origen botánico y geográfico y diferentes niveles de inclusión de polen apícola. El tipo de miel utilizada en la formulación cambia las características sensoriales del caramelo y la inclusión de 5% de polen apícola no es viable por los cambios sensoriales del producto y no es suficiente para lograr una mejora en el aporte nutricional. Se obtuvo un producto de confitería con aceptación sensorial que cumple con los requisitos establecidos por la normatividad vigente.

Palabras Clave— Confitería, caramelos, textura, desarrollo de producto, análisis sensorial.

I. INTRODUCCIÓN

La confitería o tecnología de los productos dulces es un área de la ciencia de los alimentos que trabaja sobre los productos que son realizados a partir de un edulcorante, los cuales se clasifican en confite y confitado. El confite es un grupo de productos hechos a partir de azúcares, como los caramelos duros, blandos, gomas, etc. Mientras el confitado es el producto al cual se aplica una capa de confite encima [1].

Un caramelo blando es un confite fácilmente masticable, obtenido a partir de la proceso de concentración de una solución de carbohidratos y otros ingredientes, de textura semisólida gelatinosa o pastosa [2]. La formación del caramelo tiene como fundamento químico la reacción de Maillard, conocida también como pardeamiento no enzimático, está reacción dada entre azúcares reductores y

aminoácidos a altas temperaturas, forma una variedad de productos responsables de la aparición del color y sabor del producto final. La cantidad y el tipo de azúcares reductores incluidos controlan la reacción de pardeamiento, mientras que los ingredientes a base de grasa proporcionan la textura deseada, sensación en la boca y la vida útil [3].

El uso de la miel como edulcorante ha sido tradicional desde la antigüedad, debido a sus componentes bioactivos y su conservación a través del tiempo. La miel es usada esencialmente por propósitos del flavour en las formulaciones de confitería moderna por su alto contenido de carbohidratos, que aumentan la cantidad de sólidos solubles. [4]. La formulación está compuesta por una solución saturada de carbohidratos y otras sustancias menores, tales como ácidos orgánicos, proteínas, minerales, vitaminas, y lípidos, siendo los carbohidratos principales fructosa y glucosa [5]. El alto contenido de fructosa en la miel le otorga un poder edulcorante mayor que la sacarosa. En la actualidad, el uso de miel en confitería ha sido ampliamente utilizado por apicultores, pero poco estudiado. Este producto es obtenido artesanalmente, no siempre cumple con los parámetros de calidad establecidos y no cuenta con una formulación base estándar.

La inclusión del polen apícola en distintas matrices alimentarias se ve asociado a su alto valor nutricional y bioactivo, destacándose el contenido de proteína, grasa y sustancias antioxidantes. De hecho, el polen apícola es un alimento completo por su contenido de aminoácidos esenciales, necesarios para el organismo humano [6]. El polen es rico en vitaminas del complejo B (tiamina, niacina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico, ácido fólico y biotina) y carotenoides como provitamina A [7]. Además tiene un alto contenido de flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales poseen capacidad antioxidante [8].

Este estudio busco establecer condiciones de proceso y parámetros de calidad para la elaboración de un caramelo blando con inclusión de miel de abejas y polen apícola. . Para el desarrollo de la formulación se evaluaron aspectos sensoriales como: textura y sabor, se realizaron pruebas de aceptación del producto por parte de los consumidores, pruebas de calidad fisicoquímica y microbiológica.

1. daarodriguezme@unal.edu.co, Estudiante de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos – Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

2. amediazmo@unal.edu.co, Profesora Asociada. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

3. cfnovoac@unal.edu.co, Profesor Asociado. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materias primas

Las materias primas utilizadas fueron mieles florales y mielato de roble de Santander, polen apícola del altiplano cundiboyasense, leche líquida, leche en polvo descremada, glucosa en polvo, bicarbonato de sodio, grasa vegetal y goma guar.

B. Diseño experimental

El diseño experimental se realizó en 3 etapas: inclusión de miel, inclusión de gomas e inclusión de polen apícola. En cada etapa se realizaron diferentes ensayos donde se realizaron técnicas analíticas que permitieran obtención de los parámetros de calidad del producto final. En la Tabla 1, los ensayos realizados.

Tabla 1. Descripción de los ensayos realizados

Etapa	Ensayo	Estudio a realizar	Variación sobre la formulación	Nombre de la muestra
Inclusión de miel	1. Evaluación del tipo de miel incluida	Variación del tipo de miel incluida	Miel multifloral de Santander	Miel 1
			Mielato de roble de Santander	Miel 2
	2. Variación de la composición de grasa y proteína en la mezcla inicial	Diseño experimental con variación del porcentaje inicial de proteína y grasa (P:G)	P:G= 6:6	PG1
			P:G= 6:4	PG2
			P:G= 4:6	PG3
P:G= 4:4			PG4	
Inclusión de gomas.	3. Adición de goma guar	Variación sobre el porcentaje de inclusión de goma guar	0% de inclusión 0.5% de inclusión 1% de inclusión	Goma 1 Goma 2 Goma 3
Inclusión de polen.	4. Inclusión de polen apícola	Variación sobre el Porcentaje de inclusión de polen	0% inclusión 5% inclusión 10% inclusión	Polen 1 Polen 2 Polen 3

C. Análisis sensorial

Se realizaron pruebas de aceptación con escala hedónica de 5 puntos con 60 consumidores universitarios. Los resultados de la prueba de consumidores se reportan como el porcentaje de repetición de cada puntaje frente al número total de panelistas. Este análisis sensorial fue realizado para las muestras del ensayo 1 y 4.

a. Medición de textura

La medición de los parámetros de textura (dureza, adhesividad, cohesividad, masticabilidad, elasticidad y resiliencia) para los diferentes ensayos se realizó un Análisis de perfil de Textura (TPA) con un texturómetro TA.XT.PLUS TEXTURE ANALYSER STABLE MICRO SYSTEMS, se realizaron 3 réplicas para cada muestra. En un TPA, las muestras se colocan entre dos placas paralelas, una fija y la otra móvil a una velocidad de 120 mm/min [9]. Las muestras

sometidas a la prueba de textura por TPA fueron las pertenecientes al ensayo 2 y 3

D. Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto

Humedad: fue determinada de acuerdo con el método de desecación en estufa según el AOAC 834.01, la grasa total por el método de extracción con bencina de petróleo según AOAC 989.05, la proteína se determinó de acuerdo al método de Kjeldahl según AOAC 991.20-991.23 teniendo en cuenta los aportes de proteína de cada una de las materias primas, los azúcares reductores se determinaron a partir del método volumétrico de Lane-Eyton según AOAC 923.09. Los sólidos solubles se determinaron por método refractométrico.

Análisis Microbiológicos: se realizó recuento de bacterias aeróbicas mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales y mohos y levaduras, según las Normas Técnicas Colombianas NTC 4519, NTC 4458, NTC 4458 y NTC 4132 respectivamente. Estas pruebas fueron realizadas para las muestras de caramelo final.

E. Análisis estadístico

Se compararon los parámetros de textura entre formulaciones con igual contenido de sólidos solubles. A estos datos se le realizaron pruebas de normalidad y homocedasticidad para conocer si los datos son paramétricos o no paramétricos, se realizaron Análisis de de varianza (ANOVA) y Kruskal-Wallis, posteriormente se hizo un Análisis de componentes principales (PCA).

III. RESULTADOS

A. Proceso tecnológico

Las muestras se prepararon de acuerdo con el diagrama de flujo descrito en la Figura 1. Se realizó la mezcla de la leche líquida y la leche en polvo hasta tener una mezcla homogénea, posteriormente se adicionó la miel y el bicarbonato y se inició el tratamiento térmico. Una vez disuelta la miel, se adicionó la glucosa y goma guar a $30\pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta la disolución de las mismas y posteriormente se adicionaron la grasa vegetal y el polen a $40\pm 5^{\circ}\text{C}$. La mezcla se mantuvo con agitación y calentamiento constante hasta una temperatura de $92\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos, obteniéndose un caramelo con una concentración final de $83\pm 2^{\circ}\text{Brix}$. Se dispuso el caramelo en una lámina de silpat y fue enfriado a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 2 minutos para favorecer la microcristalización de la lactosa. Posteriormente, se utilizaron moldes de poliestireno para dar forma al producto y finalmente se hizo un empaque con papel parafinado.

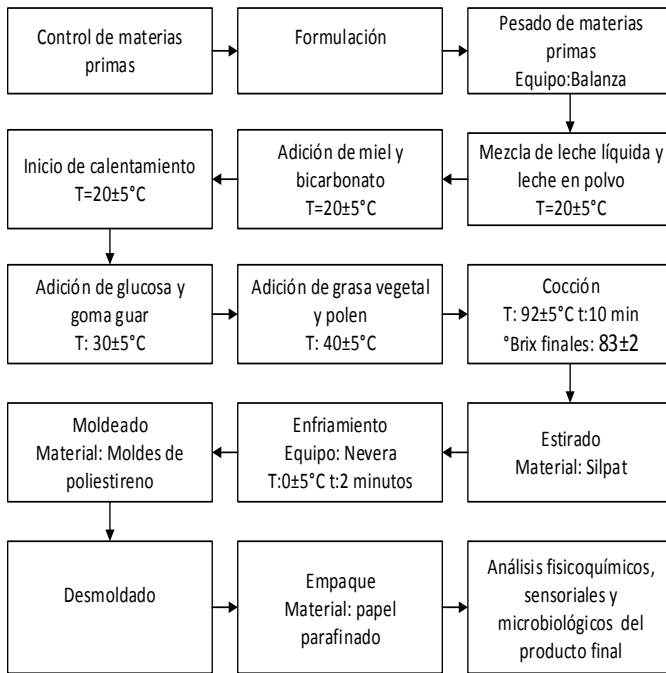


Figura 1. Diagrama de flujo para elaboración de caramelos blandos. T: Temperatura, t: Tiempo

B. Etapa 1. Inclusión de miel

a. Análisis sensorial

En primer lugar se realizó el análisis de la influencia que tiene la inclusión de distintos tipos de miel sobre la aceptación del producto. En la figura 2 se muestra el porcentaje de aceptación del producto por parte de los consumidores frente a cada punto de la escala hedónica para miel floral de la región Comunera-Santander y Mielato de roble de la región de Málaga- Santander.

Los resultados de este análisis demostraron que los caramelos con inclusión de mielato de roble tienen una mayor aceptación (80.3%) que los caramelos realizados con inclusión de miel floral (60.8%).

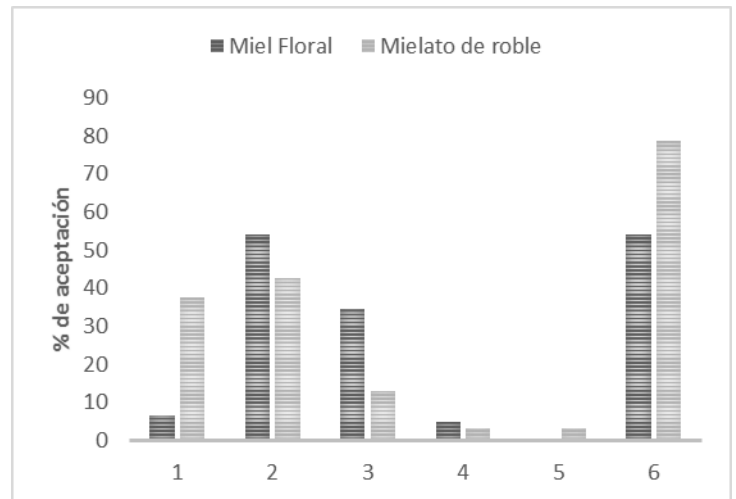


Figura 2 Prueba sensorial de consumidores para caramelos blandos con inclusión de miel floral y mielato de roble. 1: Me gusta mucho, 2: me gusta, 3: me es indiferente, 4: me disgusta, 5: me disgusta mucho, 6: Compraría el producto?

b. Análisis de textura

La medida de textura se realizó para evaluar el efecto de la variación del contenido de sólidos solubles totales del producto y el cambio en el porcentaje de proteína y grasa inicial sobre los diferentes parámetros texturales del producto.

Para este análisis se realizaron 4 formulaciones en las cuales se varió el porcentaje de grasa y proteína para conocer los cambios en los parámetros texturales frente a cada formulación a una misma concentración de sólidos solubles (84.3 ± 1.4 °Brix). La comparación de parámetros texturales puede observarse en las tablas 2 y 3.

Tabla 2 Comparación de parámetros de adhesividad, masticabilidad y resiliencia para las 4 formulaciones de caramelo a una misma concentración de sólidos solubles

Formulación	Adhesividad	Masticabilidad	Resiliencia
1	-161.48±114.16 ^a	438.22±452.19 ^a	0.09±0.003 ^a
2	-387.72±218.96 ^a	2472.74±1158.48 ^b	0.10±0.02 ^a
3	-176.22±244.27 ^a	779.78±565.84 ^{ab}	0.14±0.07 ^a
4	-141.30±113.86 ^a	826.55±672.54 ^{ab}	0.12±0.02 ^a

Los valores presentados son la media ±SD

Valores dentro de una misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Tabla 3 Comparación de parámetros de Dureza, Elasticidad y Cohesividad para las formulaciones de caramelo del ensayo 2 a un mismo valor de °Brix (84.3 ± 1.4 °Brix)

	p	1	2	3	4
Dureza	0.0922	229.38 (135.2- 1201.1)	4182.71 (2491.7- 6312.2)	2919.32 (1248.3- 12248.9)	4122.81 (3412.4 - 6921.6)

Elasticidad	0.0652	0.988 (0.988- 0.988)	0.988 (0.988- 0.988)	0.207 (0.183- 0.988)	0.22 (0.207- 0.829)
Cohesividad	0.1834	0.988 (0.807- 0.993)	0.604 (0.516- 0.619)	0.45 (0.302- 1.127)	0.426 (0.344- 0.566)

Los valores presentados son la mediana, mínimo y máximo
Los parámetros son considerados estadísticamente diferentes si $p < 0.05$

El análisis de textura a una misma concentración de sólidos solubles, mostró que los parámetros de textura no presentan diferencias estadísticamente significativas para las formulaciones evaluadas, con excepción de la formulación 2 que presentó un valor distinto en la masticabilidad. Esto significa que las muestras de esta formulación deben ser masticadas por un mayor tiempo para reducirla a una consistencia adecuada para la deglución. Esto indica que la variación de la relación proteína/grasa en la formulación no es una variable que afecte significativamente los parámetros texturales en el producto.

C. Etapa 2. Inclusión de goma Guar

a. Análisis de textura

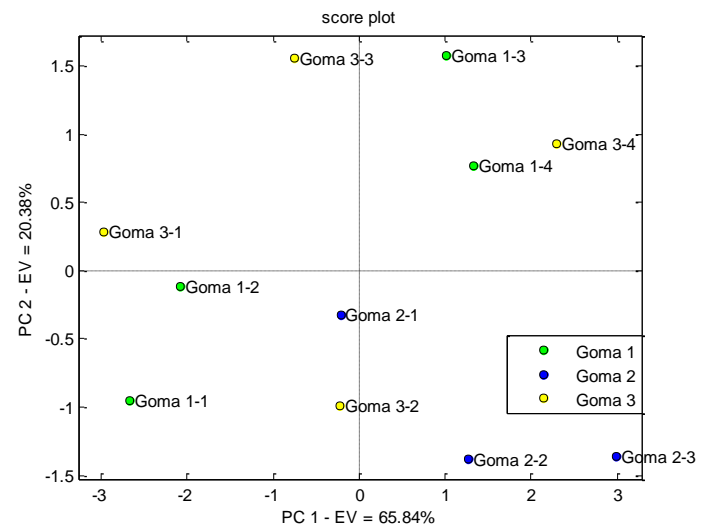
Se realizó un análisis de perfil de textura frente a la variación de la concentración de sólidos solubles del producto final para diferentes porcentajes de inclusión de goma guar. En la tabla 4 se puede observar los niveles de concentración de sólidos solubles para cada muestra tomada según su formulación, siendo goma 1 la muestra patrón con 0% de adición de goma guar, goma 2 la formulación con 1% de inclusión y goma 3 la formulación con 0.5% de inclusión.

Tabla 4 Concentración de sólidos solubles frente a 3 niveles de inclusión de goma guar.

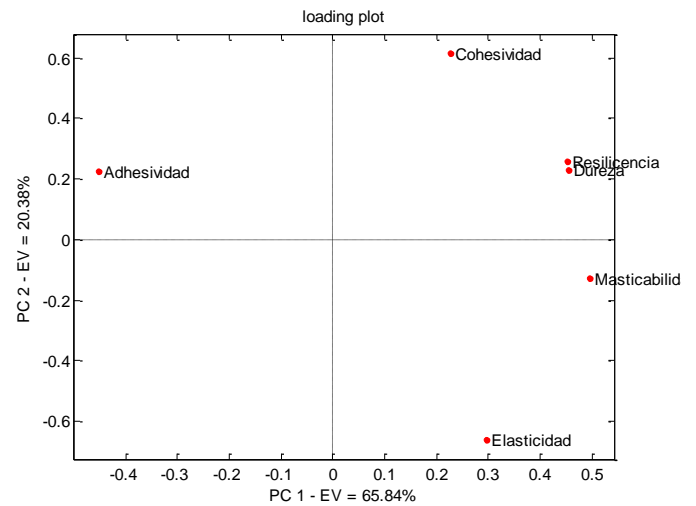
Muestra	Goma 1-1	Goma 1-2	Goma 1-3	Goma 1-4	Goma 2-1	Goma 2-2
°Brix	83.27± 1.91	87.05± 0.73	90.88± 1.18	93.46± 0.84	84.25 ±0.41	87.90± 2.14
Muestra	Goma 2-3	Goma 2-4	Goma 3-1	Goma 3-2	Goma 3-3	
°Brix	90.77± 1.59	92.25± 1.37	81.76± 1.55	87.07± 2.37	90.71 ±0.4	

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para relacionar las formulaciones con adición de goma frente a los diferentes parámetros de textura. Los resultados del PCA se pueden observar en las Figuras 3a y 3b.

Se puede observar en la Figura 3, que la adhesividad disminuye a medida que la concentración de goma aumenta. Además, la muestra que presenta menor adhesividad es la muestra con adición de 0.5% de goma guar, presentando a su vez más masticabilidad y elasticidad, siendo estos los parámetros más deseados a la hora de consumir un producto de confitería. Se debe tener en cuenta que altos contenidos de goma guar ocasionan un sensorial poco agradable y por ello no es recomendable usarla en porcentajes altos.



a)



b)

Figura 3 PCA para diferentes grados de inclusión de goma guar y °brix de caramelos blandos y su variación con respecto a diferentes parámetros de textura. a) Score plot. b) Loading plot

D. Etapa 3. Inclusión de polen

a. Análisis sensorial

La adición de polen en el proceso se realizó con porcentajes de inclusión del 5 y del 10%. La inclusión de distintos porcentajes de polen tenía como objetivo encontrar un porcentaje óptimo de inclusión, el cual tuviese aceptación por parte de los consumidores y presentara mejoras en la calidad nutricional del producto final. Los resultados de este análisis sensorial pueden observarse en la figura 4, donde se presentan los porcentajes de aceptación obtenidos por cada puntuación en la escala hedónica para los 3 caramelos evaluados y el porcentaje de aceptación con respecto a su compra.

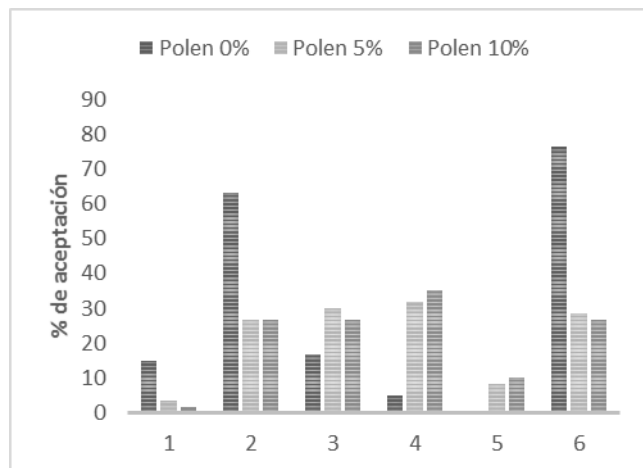


Figura 4. Prueba sensorial de consumidores para caramelos blandos con inclusión de miel y polen apícola. 1: Me gusta mucho, 2: me gusta, 3: me es indiferente, 4: me disgusta, 5: me disgusta mucho, 6: Compraría el producto?

Esta prueba sensorial mostró una aceptación del caramelo del 78, 30 y 28% para los caramelos sin inclusión de polen, con inclusión del 5% y con el 10%, respectivamente. No se encuentran diferencias significativas en la aceptación sensorial de los 2 niveles de inclusión de polen para ningún valor de la escala hedónica aplicada. Debido a una baja aceptabilidad del caramelo con inclusión de polen, se puede concluir que este no es un aditivo adecuado para su inclusión en el caramelo.

b. Análisis fisicoquímico y microbiológico

Los análisis fisicoquímicos se realizaron para las 3 formulaciones finales realizadas. Los resultados del análisis fisicoquímico se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5 Composición fisicoquímica medida experimentalmente de las muestras de caramelo blando con inclusión de miel y polen apícola

	Sin polen	Con polen 5%	Con polen 10%	Comercial
Humedad	8.78± 0.02 ^a	6.22± 0.27 ^a	7.13± 0.15 ^a	1.92± 0.17 ^b
Grasa total	6.10± 0.93 ^a	6.96± 1.62 ^a	7.20± 2.97 ^a	1.71± 0.01 ^b
Proteína	9.58 ± 0.13 ^a	10.05± 0.09 ^a	10.49± 0.20 ^a	0.886± 0.162 ^b
Azúcares reductores	25.35± 2.69 ^a	26.97± 1.71 ^a	26.57± 0.76 ^a	24.61± 0.41 ^a
°Brix finales	82.6 ± 2.55 ^a	84.4 ± 2.155 ^a	83.5 ± 1.638 ^a	79.1 ± 1.6 ^a

Los valores presentados son la media ±SD

^{a-b} Valores dentro de una misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes (p<0.05)

En los análisis fisicoquímicos se observa que las muestras con inclusión de polen no presentan diferencias estadísticamente significativas en comparación con la muestra sin inclusión de este. Esto nos indica que a niveles tan bajos de inclusión, el aporte nutricional del polen sobre el caramelo no es significativo.

En cuanto a los análisis microbiológicos, los resultados que pueden apreciarse en la tabla 6 son los obtenidos en el laboratorio para recuento de coliformes totales y fecales, bacterias mesófilas totales y mohos y levaduras

Se puede observar que los caramelos cumplen con los requerimientos de la norma NTC 3207 en cuanto a los parámetros fisicoquímicos. Sin embargo, en cuanto a parámetros microbiológicos, el caramelo sin adición polen es aquél que presenta valores adecuados los cuales se encuentran dentro de lo exigido por la normatividad colombiana. Esto se puede deber a la carga microbiana que esté inherente al polen incluido en el producto.

Tabla 6 Composición microbiológica de las muestras de caramelo blando con inclusión de miel y polen apícola

	Sin polen	Con polen 5%	Con polen 10%
Coliformes totales	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales	< 3	< 3	< 3
Mesófilos totales	50	1000	9700
Mohos y levaduras	30	3200	390

El producto final, realizado a partir de una formulación establecida con un 4.3% de proteína, 2.5% de sacarosa, 20.6% de glucosa, 18.7% de fructosa, 6.5% de lactosa y 0.5% de goma guar, es el que cumple con los parámetros de calidad establecidos por la normatividad vigente y presenta alta aceptación sensorial

Finalmente, se puede hacer una comparación entre el producto final y valores de referencia, tomados de la literatura y de la normatividad vigente. Esta comparación puede observarse en la tabla 7.

Tabla 7 Comparación de la composición del producto final frente a referencias encontradas en la literatura

Parámetro	Análisis fisicoquímicos	Norma NTC 3207 [2]		[10]
		Mínimo	Máximo	
Humedad	8.78± 0.02	4	10	5.92± 0.27
Grasa total	6.10± 0.93	3	-	8.67± 0.09
Proteína	11.23 ± 0.15	0,5	-	2.79± 0.07
Azúcares reductores	25.35± 2.69	-	28	20.28± 0.17

IV. CONCLUSIONES

El producto obtenido presenta características sensoriales aceptadas por el consumidor, sin embargo, se puede comprobar que la aceptación sensorial depende del tipo de miel utilizada, siendo mayor la aceptación del caramelo elaborado con inclusión de mielato de roble.

La concentración final del producto es el parámetro más importante en el comportamiento que textural del producto. Este factor está dado por el tiempo y la temperatura del proceso de cocción.

La adición de agentes espesantes y estabilizantes como lo son las gomas debe hacerse en porcentajes bajos de inclusión puesto que le pueden otorgar al producto características organolépticas poco agradables. Esta adición puede ser del 0.5%, porcentaje con el cual se presenta un buen comportamiento textural ya que la masticabilidad y la

elasticidad son mayores mientras que la adhesividad y la cohesividad disminuyen con este valor de inclusión.

La inclusión de polen apícola sometido a tratamientos térmicos en este tipo de caramelos no es una alternativa viable para mejorar la composición nutricional del producto, puesto que por las características organolépticas de este no son aceptadas por el consumidor. Por otro lado, se vio reflejado que no se presenta un aumento nutricional estadísticamente significativo como era lo esperado con adiciones bajas de este. Se recomienda hacer la adición de los componentes bioactivos del polen en forma de extractos de este los cuales le otorguen las funciones nutricionales de este sin afectar su aceptación sensorial

Las variables de proceso establecidas para la elaboración de un caramelo blando para una fórmula con 100 g base de miel, fueron una concentración final del producto del 84.4 ± 1.4 °Brix, temperatura de cocción de 93 ± 5 °C y tiempo de cocción de 10 minutos.

Los principales indicadores de calidad en la elaboración de un caramelo blando de leche con inclusión de miel de abejas, fueron la aceptación sensorial por parte de los consumidores, el Perfil de Textura que imita la mordida humana y los análisis fisicoquímicos de la muestra. Un caramelo blando a base de mielato con un 4.3% de proteína, 2.5% de sacarosa, 20.6% de glucosa, 18.7% de fructosa, 6.5% de lactosa y 0.5% de goma guar en el balance de componentes iniciales, es la formulación que cumple con los indicadores de calidad establecidos.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Nacional de Semilleros de Investigación, Creación e Innovación de la Universidad Nacional de Colombia 2013–2015. Modalidad 3. Proyectos desarrollados mediante trabajos de grado y al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA

Al Programa estratégico en alternativas para la generación de valor en productos apícolas en Colombia a través de la innovación y el desarrollo tecnológico financiado por Colciencias.

REFERENCIAS

1. Bedolla S. Introducción a la tecnología de alimentos. Segunda ed. Limusa S.A.; 2004.
2. ICONTEC. NTC 3207: Productos alimenticios. Caramelos blandos. 2008.
3. Ahmed J, Ramaswamy HS, Pandey PK. Dynamic rheological and thermal characteristics of caramels. *LWT - Food Sci Technol.* 2006;39(3):216–24.
4. Bernard W. Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology. The AVI Publishing Company, INC.; 1970.
5. Gomes S, Dias LG, Moreira LL, Rodrigues P, Estevinho L. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food Chem Toxicol.* Elsevier Ltd; 2010; 48(2):544–8.
6. Pascoal A, Rodrigues S, Teixeira A, Feás X, Estevinho LM. Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food Chem Toxicol.* Elsevier Ltd; 2014;63:233–9.
7. De Arruda VAS, Pereira AAS, de Freitas AS, Barth OM, de Almeida-Muradian LB. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. *J Food Compos Anal.* Elsevier Inc.; 2013; 29(2):100–5.
8. Palencia M. Y. Sustancias bioactivas en los alimentos. 1999;1–9. Available from: [http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos en alimentos.pdf](http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf)
9. Figiel A, Tajner-Czopek A. The effect of candy moisture content on texture. *J Foodserv.* 2006 Aug;17(4):189–95.
10. Maldonado R. Elaboración de caramelo blando de leche (tipo toffee) a partir de lactosuero deshidratado. 2009;35(1):1–7.