
CARACTERIZACIÓN DE UN CARAMELO BLANDO TIPO TOFFEE ELABORADO CON SUERO DE LECHE

DULCE CHARACTERIZATION OF A SOFT TOFFEE-TYPE CANDY MADE WITH SWEET WHEY

Edwin F. Cerda, Jaime O. Rojas, Elsa J. Quilumbaquín, Emily G. Ávila E., Emily G. Ávila E.
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi

Resumen

El desarrollo de caramelos blandos tipo toffee constituye una alternativa para el aprovechamiento del suero de leche, reduciendo los problemas ambientales generados por este subproducto de la fabricación de quesos. Para seleccionar la mejor combinación de ingredientes en la elaboración de caramelos tipo toffee, se empleó un diseño de mezclas IV Óptimo, donde se utilizaron como componentes la leche cruda (20 a 40 % m/m), suero de leche (20 a 40 % m/m) y otros ingredientes (60 % m/m), para evaluar la variable respuesta carbohidrato % m/m. La combinación C1 (20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros ingredientes), presentó la mejor respuesta, obteniéndose 83,14 % m/m de carbohidrato. A las cuatro mejores combinaciones se les realizó pruebas de aceptabilidad, siendo C2 (30 % m/m de leche cruda, 30 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros), la mejor combinación para el atributo olor, mientras que, en el sabor, la mejor combinación fue la C3 (33,3 % m/m de leche cruda, 26,7 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros). La mejor combinación en función al contenido de carbohidrato (C1) presentó un pH de 7,26; 0,08 % m/m de acidez; 2,75 % m/m de humedad; 2762,83 mg/kg de sodio; 3,75 % m/m de proteínas; 5,52 % m/m de grasa; 6,62 mg/100 g de colesterol; 84,49 % m/m de carbohidratos y 421,24 kcal/100 g (1762,48 kJ/100 g). Los análisis microbiológicos resultaron en un índice de coliformes fecales <3 NMP/g, recuento de mohos <10 ufc/g y recuento de levaduras <10 ufc/g. El suero de leche al poseer un alto contenido de nutrientes puede ser empleado como una alternativa de ingrediente para la elaboración de diferentes tipos de alimentos.

Palabras clave: Suero de leche, caramelo blando, toffee.

Recibido: 17 de marzo 2023, revisión aceptada: 10 de abril 2024

Correspondiente a la autor: jaime.rojas@utc.edu.ec

Abstract

The development of soft toffee-type candies is an alternative for the use of buttermilk, reducing the environmental problems generated by this by-product of cheese manufacturing. To select the best combination of ingredients in the production of toffee-type candies, an Optimal IV mixture design was used, where raw milk (20 to 40 % m/m), buttermilk (20 to 40 % m/m) and other ingredients (60 % m/m) were used as components, to evaluate the variable carbohydrate response % m/m. The combination C1 (20 % m/m of raw milk, 40 % m/m of buttermilk and 40 % m/m of other ingredients) presented the best response, obtaining 83.14 % m/m of carbohydrate. The four best combinations were tested for acceptability, with C2 (30 % m/m raw milk, 30 % buttermilk and 40 % m/m others) being the best combination for the odour attribute, while C3 (33.3 % m/m raw milk, 26.7 % buttermilk and 40 % m/m others) was the best combination for taste. The best combination in terms of carbohydrate content (C1) had a pH of 7.26; 0.08 % m/m acidity; 2.75% m/m humidity; 2762.83 mg/kg sodium; 3.75% m/m protein; 5.52% m/m fat; 6.62 mg/100 g cholesterol; 84.49 % m/m carbohydrate and 421.24 kcal/100 g (1762.48 kJ/100 g). Microbiological analyses resulted in a fecal coliform index <3 MPN/g, mold count <10 cfu/g, and yeast count <10 cfu/g. Buttermilk, having a high nutrient content, can be used as an ingredient alternative for the preparation of different types of food.

Key words: Buttermilk, soft caramel, toffee.

Introducción

Los problemas ambientales en la producción de derivados de la leche están relacionados con los residuos líquidos y sólidos que se generan durante el proceso productivo. La mayoría de los desechos sólidos se pueden reciclar para su uso en otras industrias; mientras que los líquidos, muchas veces, se depositan en vertederos o se procesan como compost (Alvarado y Guerra, 2010; Guerra et al., 2013).

El suero de leche es un subproducto líquido generado luego de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso. Contiene principalmente lactosa (4,5 % m/v), proteínas (0,8 % m/v) y grasa (0,5 % m/v) (Parra, 2009;

Hannibal et al., 2015; Agualongo, 2022). En la industria alimentaria es utilizado como un ingrediente alternativo en la elaboración de productos, debido a que es una mezcla rica y diversa de proteínas con una amplia gama de propiedades químicas, físicas y funcionales (Guerra et al., 2013).

En la antigüedad los caramelos fueron consumidos por el ser humano como una necesidad de buscar alimentos que proporcionen energía para las labores cotidianas, estos productos se elaboraban a base de miel, jengibre, regaliz o lactosa (Oviedo, 2011).

Para la elaboración de caramelos se utiliza como materias primas: azúcar, glucosa,

colorantes, conservantes y agua, estos se mezclan en diferentes cantidades para formar un jarabe (almíbar) que se calienta a temperaturas altas (Oviedo, 2011, Casar et al., 2019). Los caramelos son conocidos también con el nombre de golosinas, dulces o confites. Existe variedad de dulces; como los caramelos duros y blandos, dulces en conserva, dulces cristalizados, confitados, mieles, etc. (Maldonado y Guaido, 2009; Aldea, 2022).

El caramelo toffee de tipo blando es elaborado a base de leche, presenta una consistencia plástica y elástica, hecho a partir de un almíbar de azúcares (sacarosa-glucosa), leche descremada, bicarbonato de sodio, manteca o aceites comestibles y almidón (Atis y Elena, 2016). El consumo de caramelos blandos representa aproximadamente un 30 % del consumo total del sector de la confitería, acaparando la mayor parte de las ventas (Burbano, 2011).

La tendencia actual de los consumidores se enfoca en el consumo de productos saludables y que sus procesos de elaboración sean responsables con el medio ambiente, por lo cual, el empleo de suero de leche es una alternativa innovadora para la fabricación de productos de confitería con buena aceptación sensorial y altos aportes nutricionales (Parra, 2009; Hernández et al., 2012).

El presente estudio evaluó la utilización del suero de leche como un ingrediente innovador en la elaboración de un caramelo blando tipo toffee, producto que constituye una alternativa nutricional con un alto contenido calórico, proteico y energético, generando así

un valor agregado al caramelo tradicional e incentivando a la industrialización del mismo.

Materiales y Métodos

Caracterización química y microbiológica del suero de leche

El suero de leche fue proporcionado por empresas artesanales productoras de queso andino de la parroquia Guaytacama del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Se evaluaron los parámetros químicos y microbiológicos del suero de leche tomando como referencia los requisitos de la NTE INEN 2594 (2011). Se determinó el porcentaje m/m de lactosa (AOAC 984.15, 2015), porcentaje m/m de proteínas (NTE INEN 16, 1983), porcentaje m/m grasa láctea (NTE INEN 12, 1973), porcentaje m/m de cenizas (NTE INEN 14, 1983), porcentaje m/m de acidez (NTE INEN 13, 1983), pH (AOAC 973.41, 2015), recuento de microorganismos aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-5, 2006), recuento de *Escherichia coli* (NTE INEN 1529-8, 1988) y recuento de *Staphylococcus aureus* (NTE INEN 1529-14, 1998).

Elaboración del caramelo blando tipo toffee

Las etapas de producción del caramelo blando tipo toffee estuvieron basadas en los estudios realizados por Suárez y Del Rocío (2019), Román (2021) y Ávila y Viracocha (2022). La leche cruda y suero de leche se receptaron en recipientes desinfectados con hipoclorito de sodio al 0,3 % m/v. La leche cruda de vaca fue adquirida a los productores de la parroquia y fue sometida a los análisis de control de calidad que detalla la INEN NTE 9 (2008).

Los ingredientes utilizados para la elaboración del caramelo blando fueron: leche cruda, suero de leche, crema de leche, azúcar, glucosa, bicarbonato de sodio, pectina y sorbato de potasio. Se utilizó rangos de concentración de leche cruda de 20 a 40 % m/m, suero de leche de 20 a 40 % m/m y 60 % m/m de los otros ingredientes. Las cantidades de los ingredientes fueron establecidas en base las investigaciones realizadas por Suárez y Del Rocío (2019), Román (2021) y Ávila y Viracocha (2022).

El diseño y procesamiento de la información se realizó con el programa Design Expert 8.0.6 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.), de tal forma que la mezcla optimizada presentó la mejor respuesta en la variable % m/m de carbohidrato (Frasca y Buitrón, 2022). Para la optimización numérica se utilizó el diseño de mezclas IV Óptimo, que definió el comportamiento del modelo matemático de la variable de respuesta. Se obtuvieron 13 corridas experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Formulaciones experimentales seleccionadas para el diseño de mezclas del caramelo blando tipo toffee

Corrida	Leche cruda (% m/m)	Suero de leche (% m/m)	Crema de leche (% m/m)	Azúcar (% m/m)	Glucosa (% m/m)	Bicarbonato (% m/m)	Pectina (% m/m)	Sorbato de potasio (% m/m)
1	40,00	20,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
2	35,00	25,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
3	30,00	30,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
4	20,00	40,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
5	40,00	20,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
6	20,00	40,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
7	27,00	33,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
8	25,00	35,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
9	33,00	27,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
10	30,00	30,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
11	20,00	40,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
12	40,00	20,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10
13	30,00	30,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10

En una marmita se mezcló el suero lácteo, leche cruda, azúcar (mitad de la proporción de la formulación) y la totalidad de la crema de leche, hasta que alcance una temperatura aproximada de 100 °C, se procedió a agitar constantemente para que se forme una mezcla homogénea, cuando alcanzó una temperatura de 110 °C, se añadió la glucosa y se continuó agitando durante 5 minutos. (Oviedo, 2021; Ávila y Viracocha, 2022). Se adicionaron los demás ingredientes (azúcar, bicarbonato de sodio y pectina) en las cantidades establecidas en las corridas experimentales. La cocción se realizó durante

80 minutos, hasta alcanzar una temperatura de 145 °C, verificando constantemente el punto de caramelización. Este proceso se realizó mediante la prueba de punto caramelo, el mismo que consiste en dejar caer una gota de solución en un vaso de agua hasta que el caramelo ya no se disperse en el agua. Por último, se adicionó como conservante sorbato de potasio. (Oviedo, 2021)

Para el moldeo del caramelo se colocó la masa caramelizada en moldes de plástico grado alimentario previamente esterilizados con trozos de maní y almendra (opcional).

Se dejó la masa caramelizada en moldes por 45 minutos a temperatura ambiente. A una temperatura de 20 °C se pudo desmoldar los caramelos para posteriormente empacarlos. Se envolvió en papel cera con las medidas de inocuidad. Los caramelos se almacenaron a temperatura ambiente a 20 °C. (Oviedo, 2021)

Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial del mejor tratamiento

A la corrida experimental seleccionada se le realizó un análisis nutricional tomando como referencia los requisitos establecidos en la NTE INEN 2217 (2000) y NTE INEN 1334-2 (2016). Para esto se determinaron los contenidos de fibra, humedad, sodio, proteínas, grasas, colesterol y carbohidratos,

tomando como referencia las metodologías de la AOAC (2000). Además, se realizó recuento de coliformes totales (AOAC 991.14, 2012) y recuento de mohos y levaduras (NTE INEN-ISO 21527-2, 2014).

La prueba de aceptabilidad se realizó con 60 consumidores, donde se evaluó el color, olor, sabor y textura. Los resultados de la evaluación sensorial se sometieron a un análisis de varianza con el empleo del programa INFO STAT/P (2020, Argentina).

Resultados y Discusión

La Tabla 2 muestra los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del suero de leche que fue utilizado como materia prima para la elaboración de los caramelos blandos tipo toffee.

Tabla 2. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del suero de leche

Indicador	Media	Desviación estándar
Lactosa (% m/m)	4,87	0,02
Grasas (% m/m)	0,24	0,02
Proteínas (% m/m)	1,13	0,03
Cenizas (% m/m)	0,43	0,02
pH	6,3	0,1
Acidez titulable como ácido láctico (% m/m)	0,14	0,01
Microorganismos aerobios mesófilos (ufc/g)	3,5x10 ²	-
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	<10	-
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	<10	-

Los resultados físicos y químicos del suero de leche cumplen con los requisitos establecidos por la NTE INEN 2594 (2011). Además, según la normativa es categorizada como suero de leche dulce.

La Tabla 3 muestra los parámetros físicos y químicos de la leche cruda que fue empleada como materia prima para la elaboración de caramelos blandos tipo toffee. Los resultados físicos y químicos de la leche cruda cumplieron con los requisitos establecidos en la NTE INEN 9 (2012).

Tabla 3. Parámetros físicos y químicos de la leche cruda

Indicador	Media	Desviación estándar
Densidad relativa a 20 °C	1,029	0,001
Grasas (% m/m)	3,2	0,1
Proteínas (% m/m)	3,0	0,1
Ensayo de la reductasa (h)	6	-
Acidez titulable como ácido láctico (% m/m)	0,15	0,01
Reacción de estabilidad de las proteínas	Negativo	-

Buttermilk En la Tabla 4 se aprecia que la y 40 % m/m de otros ingredientes, muestra corrida 11 con la combinación de 20 % m/m la mejor respuesta con 83,15 % m/m de de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche carbohidratos.

Tabla 4. Matriz experimental del diseño de mezclas de las formulaciones de caramelo blandos tipo toffee

Corrida	Leche cruda (% m/m)	Suero de leche (% m/m)	Crema de leche (% m/m)	Azúcar (% m/m)	Glucosa (% m/m)	Bicarbonato (% m/m)	Pectina (% m/m)	Sorbato de potasio (% m/m)	Carbohidratos (% m/m)
1	40,00	20,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	79,89
2	35,00	25,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	80,01
3	30,00	30,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	81,12
4	20,00	40,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	83,13
5	40,00	20,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	79,77
6	20,00	40,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	83,11
7	27,00	33,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	82,01
8	25,00	35,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	82,56
9	33,00	27,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	80,45
10	30,00	30,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	81,08
11	20,00	40,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	83,15
12	40,00	20,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	79,97
13	30,00	30,00	8,00	20,00	11,00	0,25	0,65	0,10	81,06

La Tabla 5 muestra la significancia del análisis m/m de carbohidratos. de varianza para el modelo codificado de %

Tabla 5. Modelo codificado para el % m/m de carbohidratos de las formulaciones de caramelo blandos tipo toffee

Indicador	Carbohidratos (% m/m)
A	79,61*
B	83,05*
R ²	0,9573
R ² ajustado	0,9475
R ² predicho	0,9534
F modelo	246,32*
F falta de ajuste	45,21
Precisión adecuada	30,86

A: leche cruda. B: suero de leche

*Valor significativo para $p \leq 0,05$.

**Valor significativo para $p \leq 0,005$.

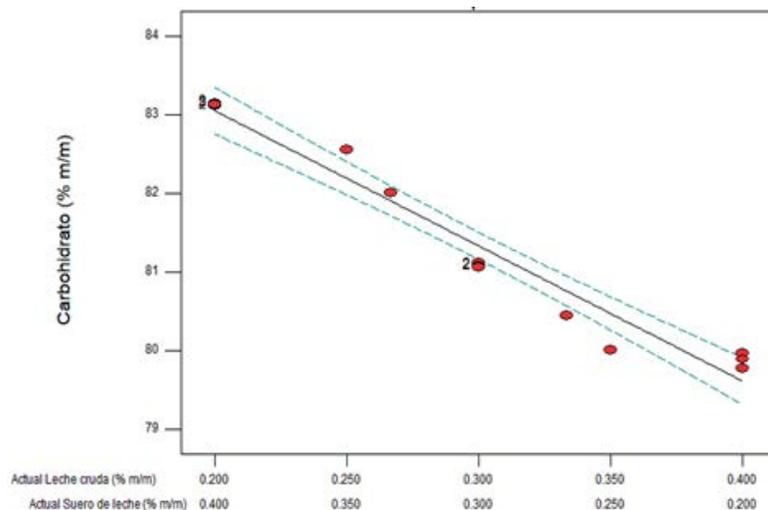
El modelo % m/m de carbohidrato, se adaptó a un modelo lineal, siendo significativo a un nivel de confianza del 95,0 %, mostrando una relación significativa con la leche cruda (A) y suero de leche (B). El R2 mostró que el modelo se ajustó con un 95,73 % de la variabilidad del % m/m de carbohidrato.

La Figura 1 muestra la superficie respuesta del modelo de % m/m de carbohidrato y

la relación de la leche cruda (A) y suero de leche (B) en el comportamiento del diseño de mezclas.

La relación entre los componentes A y B aportaron para que el modelo sea significativo ($p \leq 0,05$). Los coeficientes positivos muestran una relación directa entre los componentes y la variable de respuesta % m/m carbohidrato.

Figura 1. Influencia de la leche cruda (A) y suero de leche (B) en el modelo de % m/m de carbohidrato.



Nota. Figura generada con los datos experimentales en el programa Design Expert 8.0.6 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.)

La relación entre los componentes A y B aportaron para que el modelo sea significativo ($p \leq 0,05$). Los coeficientes positivos muestran una relación directa entre los componentes y la variable de respuesta % m/m carbohidrato.

La Tabla 6 muestra la deseabilidad de las cuatro principales combinaciones obtenidas de la optimización. Con la combinación de 20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero

de leche y 40 % m/m de otros ingredientes, se logró una función de deseabilidad de 0,971 cercana al máximo de uno. Con esta combinación se encontró 83,05 % m/m de carbohidratos.

Tabla 6. Deseabilidad de las posibles combinaciones obtenidas de la optimización

Combinación	Leche cruda (% m/m)	Suero de leche (% m/m)	Otros* (% m/m)	Carbohidratos (% m/m)	Deseabilidad
C ₁	20,00	40,00	40,00	83,05	0,971
C ₂	30,00	30,00	40,00	81,33	0,462
C ₃	33,30	26,70	40,00	77,45	0,392
C ₄	25,00	35,00	40,00	70,12	0,382

Otros*: Crema de leche 8 % m/m, azúcar 20 % m/m, glucosa 11 % m/m, bicarbonato de sodio 0,25 % m/m, pectina 0,65 % m/m y sorbato de potasio 0,10 % m/m

Con la participación de 60 consumidores, se desarrolló la prueba de aceptabilidad a las cuatro principales combinaciones, donde se evaluó el olor, sabor, color y textura. La Tabla

7 muestra los resultados del análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad de las cuatro mejores combinaciones.

Tabla 7. Análisis de varianza de los tratamientos en función a las características sensoriales

Características sensoriales	CV (%)	Valor p
Olor	8,43	<0,05**
Sabor	9,79	<0,05**
Color	8,91	0,3969
Textura	5,65	0,3969

**Valor significativo para $p \leq 0,05$.

CV: Coeficiente de variación.

El análisis de varianza de los atributos olor y sabor, indicó diferencia significativa, con un nivel de confianza del 95 %; razón por la cual se procede a realizar la prueba de Tukey. Los atributos color y textura no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos.

Se evidencia que el coeficiente de variación (CV) es confiable para los atributos olor,

sabor, color y textura, debido a que el valor es menor al 10 %. Lo que evidencia que los catadores semientrenados tuvieron una respuesta homogénea a los atributos de las combinaciones de caramelo blando tipo toffee. La Tabla 8 muestra la prueba de Tukey para los atributos olor y sabor de las combinaciones de caramelo blando tipo toffee.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % para los atributos olor y sabor

Característica sensorial	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Olor	BC ³	A ¹	C ⁴	B ²
Sabor	AB ⁴	A ³	A ¹	B ²

C1: 20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros; C2: 30 % m/m de leche cruda, 30 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros; C3: 33,30 % m/m de leche cruda, 26,70 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros; C4: 25 % m/m de leche cruda, 35 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros.

Medias con una letra igual no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

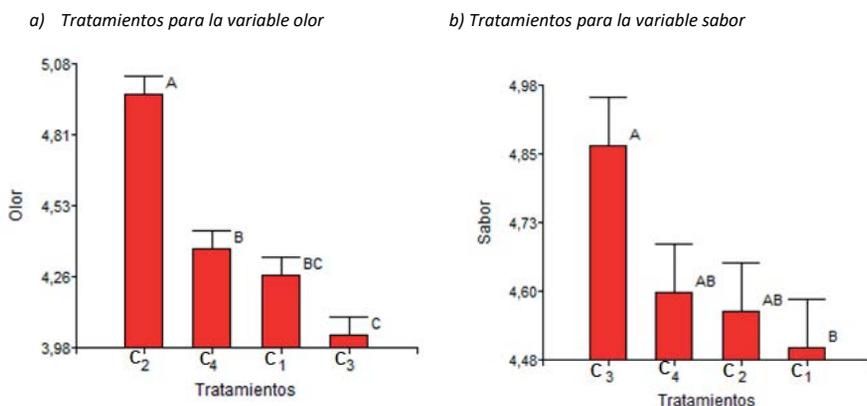
1,2,3,4 representa en orden decreciente la aceptación sensorial.

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 8 y la Figura 2, se observa que la mejor combinación para el atributo olor es la C2 que pertenece a la formulación de 30 % m/m de leche cruda, 30 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros.

Además, se observa que la mejor combinación para el atributo sabor es la combinación C3 que pertenece a la formulación de 33,30 % m/m de leche cruda, 26,70 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros.

Figura 2. Histogramas de los tratamientos en función a las variables: a) olor y b) sabor.

Nota: Figura generada con los datos experimentales en el programa INFO STAT/P (2020, Argentina).



La Tabla 9 muestra los resultados de las determinaciones químicas y microbiológicas de

la formulación C1 (20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros).

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 % para los atributos olor y sabor

Indicador	Media	Desviación estándar
pH	7,26	0,02
Acidez titulable expresada como ácido láctico (% m/m)	0,08	0,01
Índice de coliformes fecales (NMP/g)	< 3	-
Recuento de mohos (ufc/g)	<10	-
Recuento de levaduras (ufc/g)	<10	-

NMP: Número más probable.

ufc/g: Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra.

El pH de la combinación C1 es de 7,26, que se considera un pH ligeramente alcalino. Según Arias y López (2019), detalla que un pH alcalino en los productos alimenticios es óptimo y saludable para el ser humano. En los caramelos existe una amplia funcionalidad en

el proceso de elaboración de los caramelos que va de los 2 a los 10 (Sethness, 2019).

La acidez de la combinación C1 es de 0,08 % m/m de ácido láctico. La acidez de un producto depende de los ácidos orgánicos que

forman parte de su composición, este tipo de productos tienen una acidez baja, basándose en lo mencionado por Morejón (2022).

Según los análisis microbiológicos realizados a la combinación C1 de caramelo blando tipo toffee, estos cumplen con los requisitos establecidos por la NTE INEN 2217 (2012),

en los parámetros índice de coliformes fecales, recuento de mohos y levaduras.

La Tabla 10 presenta el análisis nutricional de la combinación C1 que posee el 20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5 % para los atributos olor y sabor

Indicador	Media	Desviación estándar
Humedad (% m/m)	2,75	0,09
Proteínas (% m/m)	3,75	0,13
Grasas (% m/m)	7,52	0,11
Carbohidratos (% m/m)	84,49	1,03
Fibra bruta (% m/m)	0	0
Sodio (mg/kg)	2762,83	32,34
Colesterol (mg/100 g)	6,62	0,31
Energía (kcal/100 g)	420,64	3,21

Los valores de humedad, proteína y grasa cumplen con los requisitos establecidos por la NTE INEN 2217 (2012). La composición química del caramelo está dado por los componentes de las materias primas (azúcar, glucosa, suero de leche, leche cruda y crema de leche). El azúcar y la glucosa son un aporte a los carbohidratos, el suero de leche contiene proteínas (lactoalbúminas y lactoglobulinas) y carbohidratos (lactosa), y la crema de leche (grasa y agua) (Badui, 2016).

El caramelo no contiene fibra, que se debe a la ausencia de este componente en los ingredientes. La fibra es de origen vegetal, es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono, son resistentes a la absorción y digestión en el intestino delgado, que se

fermentan de forma parcial en el intestino grueso (Flores, 2019).

El caramelo blando tipo toffee posee un alto contenido de sodio (2762,83 mg/kg). La alta incidencia de enfermedades cardiovasculares e hipertensión en los consumidores, ha provocado preocupación debido a los altos contenidos de sodio en los alimentos (Dötsch et al., 2009).

La presencia de colesterol en el caramelo toffee (6,62 mg/100 g) se debe a la adición de leche y suero lácteo en la formulación alimentaria. Este componente actúa como agente estabilizante y emulsionante en el caramelo, pero el empleo en grandes cantidades puede causar afectación a la salud de las personas, por lo que se debe seguir las recomendaciones nutricionales de consumo, además de los problemas alérgicos

e intolerancias que producen los ingredientes (Unnikrishnan et al., 2019).

La energía que aporta el caramelo toffee está dentro los valores diarios recomendados por la NTE INEN 1334-2 (2016). Según Barrios (2015) detalla que los caramelos Werther'S

Original poseen un valor energético de 1762 kJ/100 g (421,13 kcal/100 g), valor similar a lo reportado en esta investigación. La Tabla 11 presenta el perfil de azúcares totales de la combinación C1 (20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros).

Tabla 11. Perfil de azúcares totales

Indicador	Media	Desviación estándar
Fructosa (% m/m)	0,00	0,00
Glucosa (% m/m)	2,70	0,11
Sacarosa (% m/m)	42,43	0,33
Lactosa (% m/m)	6,70	0,39
Azúcares totales (% m/m)	51,83	0,94

La cantidad de sacarosa cumplen con los requisitos establecidos por la NTE INEN 2217 (2012), que detalla un valor máximo del 90 % m/m. Los azúcares tienen la capacidad de presentar el fenómeno de polimorfismo, cuando se encuentran en estado puro tienden a cristalizar en varias formas. La textura y brillantez de los dulces se debe en gran medida a la relación de concentraciones de los azúcares amorfos y cristalinos (Badui, 2016).

Conclusiones

La mejor combinación (C1) de caramelo blando tipo toffee resultó con 20 % m/m de leche cruda, 40 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros, aunque en relación al atributo olor, la formulación C2 (30 % m/m de leche cruda, 30 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros) fue la mejor. Además, la mejor formulación en cuanto al sabor fue la C3 (33,3 % m/m de leche cruda, 26,7 % m/m de suero de leche y 40 % m/m otros). La mejor combinación

(C1) presentó un pH de 7,26; 0,08 % m/m de acidez; 2,75 % m/m de humedad; 2762,83 mg/kg de sodio; 3,75 % m/m de proteínas; 5,52 % m/m de grasa; 6,62 mg/100 g de colesterol; 84,49 % m/m de carbohidratos y 421,24 kcal/100 g (1762,48 kJ/100 g). Los análisis microbiológicos resultaron en un índice de coliformes fecales <3 NMP/g, recuento de mohos <10 ufc/g y recuento de levaduras <10 ufc/g. El suero de leche al brindar un imalto aporte nutricional puede ser empleado como una alternativa para la elaboración de diferentes tipos de alimentos, siendo una alternativa sustentable y sostenible en el tiempo.

Literatura Citada

Agualongo, L., Aucatoma, D., Sagnay, D., Santillan, N., & Jácome, C. (2022). El suero de leche, subproducto de la industria de queso: Composición, recuperación de proteínas y aplicaciones. *Journal of Agro-industry Sciences*, 4(1), 13-22.

- Aldea Quincho, H. W. (2022). *Formulación de caramelos duros, con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt) (Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apuríma)*.
- Alvarado Carrasco, C., & Guerra, M. (2010). *Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. In Anales venezolanos de nutrición, 23(1), 45-50.*
- AOAC (2015). *Lactose in milk. Enzymatic method. Final action (984.15).*
- AOAC (2015). *pH of water (973.41).*
- AOAC (2020). *Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.*
- AOAC (2012). *Determinación de coliformes totales y E. coli en alimentos (991.14).*
- Arias-Giraldo, S., & López-Velasco, D. M. (2019). *Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. Lámpsakos, (22), 123-135.*
- Atis, M., & Elena, F. (2016). *Elaboración de caramelos blandos tipo toffee utilizando miel de café (Coffea arabica L.) (Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión).*
- Ávila, E. G., & Viracocha, M. F. (2022). *Caracterización de un caramelo tipo (toffee) elaborado con la adición de lactosuero (Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi).*
- Badui, S. (2016). *Química de los alimentos. México, Pearson Educación.*
- Barrios Abate, A. M. (2015). *Desarrollo de un caramelo sin azúcar a partir de pulpa liofilizada de tamarindo (Tesis doctoral, Universidad del Valle de Guatemala).*
- Burbano, J. (2011). *Estudio de factibilidad para la creación de una confitería productora y comercializadora de troches, que rescate la tradición dulcera del Ecuador, en el cantón Esmeraldas (Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).*
- Casar, R. D., Vallejo, J. R., Le-Fort, M. R., & Gallegos, R. Z. (2019). *Arte & Ciencia en Caramelo. Organización y Coordinación, 45.*
- Dötsch, M., Busch, J., Batenburg, M., Liem, G., Tareilus, E., Mueller, R., & Meijer, G. (2009). *Strategies to Reduce Sodium Consumption: A Food Industry Perspective. Critical Review of Food Science and Nutrition, 49(10): 841-851.*
- Frasca, E. R., & Buitrón, G. *Determinación de carbohidratos totales por fenol-sulfúrico (DuBois-Gilles-Hamilton). Renuwal, 62(1).*
- Flores, R. V. (2019). *Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. Ingeniería Industrial, (37), 229-242.*
- Guerra, Á. V. A., Castro, L. M. M., & Tovar, A. L. Q. (2013). *Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. RIAA, 4(2), 55-65.*
- Hannibal, B., Santillán, A., Mercy, A., Ramos, E., Paola, V., & Rincon, A. (2015). *Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. European Scientific Journal, 11(26).*
- Hernández, J. C., García, F. P., Cruz, V. E. R., Santillán, Y. M., & Marzo, M. A. M. (2012).

- Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. Acta Universitaria, 22(1), 11-18.*
- Maldonado, R., & Guiado, M. (2009). Elaboración de caramelo blando de leche (tipo toffee) a partir de lactosuero deshidratado. Rev. Fac. Agronom. Univ. Central Venezuela, 35(1), 1-7.*
- Espinosa, J. M. (2017). Evaluación sensorial de los alimentos. Torricella, R. G. (ed.). La Habana: Editorial Universitaria.*
- Oviedo, K. M. (2021). Aprovechamiento nutricional del lactosuero en la obtención de un caramelo tipo leche miel (Trabajo de grado, Universidad Agraria del Ecuador).*
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Agro sur, 42(2), 57-66.*
- Morejón, E. C. (2022). Utilización de distintos niveles de miel de abeja en la elaboración de mermelada de fresa.*
- NTE INEN (2011). Suero de leche líquido. Requisitos (2594).*
- NTE INEN (1983). Leche. Determinación de proteínas (16).*
- NTE INEN (1973). Leche. Determinación del contenido de grasa (12).*
- NTE INEN (1983). Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas (14).*
- NTE INEN (1983). Leche. Determinación de la acidez titulable (13).*
- NTE INEN (1988). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y Escherichia coli (1529-8).*
- NTE INEN (2006). Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesofilos REP (1529-5).*
- NTE INEN (1998). Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie (1529-14).*
- NTE INEN (2012). Leche cruda. Requisitos (9).*
- NTE INEN (2000). Confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone. Requisitos (2217).*
- NTE INEN (2016). Rotulado de productos alimenticios para el consumo humano. Rotulado Nutricional. Parte 2. Requisitos (1334-2).*
- NTE INEN-ISO (2014). Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras — Parte 2: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa (aw) inferior o igual a 0,95 (21527-2).*
- NTE INEN (2016). Rotulado de productos alimenticios para el consumo humano. Rotulado Nutricional. Parte 2. Requisitos (1334-2).*
- Parra, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín, 62(1), 4967-4982.*
- Román, S. J. (2021). Análisis de Factibilidad del Desarrollo de 4 Prototipos de Dulce Blando*

a Base de Leche Marca Dulcería Lucy (Tesis de grado, Universidad de Santander).

Suárez, L., & Del Rocío, B. (2019). Costo de producción y la rentabilidad en la fábrica Guayaquil Loor Rigail CA, año 2017 (Tesis de grado, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019).

Unnikrishnan, P., Puthenveetil, B., Anant Jadhav, M., Sivam, V., Ashraf, P. M., Ninan, G., & Aliyamveetil, Z. (2019). Protein hydrolysate from yellowfin tuna red meat as fortifying and stabilizing agent in mayonnaise. Journal of Food Science and Technology, 57: 413-425.