

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE OLIGOFRUCTOSA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, SENSORIALES, MICROBIOLÓGICAS Y EL APORTE CALÓRICO DE LECHE CONDENSADA DE BÚFALA

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE OLIGOFRUCTOSE ADDITION ON THE PHYSICO CHEMICAL, SENSORIAL, MICROBIOLOGICA CHARACTERISTICS OF CONDENSED MILK OF BUFALA

Adriana VERHELST, MSc^{1*}

Recibido: Julio 27 de 2016 Aprobado: Noviembre 02 de 2017

RESUMEN

Antecedentes: La oligofructosa se obtiene mediante el hidrolisis enzimático parcial de la inulina, siendo más soluble que esta y moderadamente dulce, aproximadamente del dulzor de la sacarosa. En combinación con edulcorantes intensos genera un paladar más acabado y un gusto frutal más duradero con menor sabor residual. **Objetivo:** Evaluar el efecto de la adición de oligofructosa sobre las características fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y el aporte calórico de leche condensada de búfala. **Métodos:** Se realizó un diseño experimental basado en un muestreo aleatorio simple con un solo factor y tres niveles del factor. El factor a estudiar fue el nivel de calorías, con los siguientes niveles de sacarosa: oligofructosa: 100:0; 75:25 y 50:50 del porcentaje total del azúcar de la formulación utilizada en el control (17%). Los tratamientos se realizaron por triplicado. La evaluación estadística se realizó por análisis de varianza ANOVA en el software Statgraphics Centurión XVI. Se consideró p-valor <0,05 como estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%. **Resultados:** Los resultados señalan que la concentración de sacarosa: oligofructosa 50:50, posee un color más tenue a las concentraciones de 100:0 y 75:25. Además, se observa que la muestra de 75:25, es la muestra que tiene más intensidad de color frente a los otros dos niveles de concentraciones y un sabor dulce más intenso. Ninguna de las muestras evaluadas sensorialmente, presentó cristalización de azúcares (sensación de arenosidad) ni sensación grasa. **Conclusiones:** El análisis sensorial mostró que al aumentar la concentración de oligofructosa a 50% la aceptación general del producto disminuyó. Los análisis fisicoquímicos de pH, acidez titulable y sólidos solubles (°Brix), no presentaron diferencias significativas en las muestras con diferentes concentraciones de sacarosa : oligofructosa. La leche condensada con un nivel de concentración de 100:0 aporta más calorías al producto, mientras que en los niveles 75:25 y 50:50 los valores de aporte calórico son estadísticamente iguales.

Palabras clave: Leche condensada, productos vegetales, aporte calórico, alimento funcional.

ABSTRACT

Background: Oligofructose is obtained by partial enzymatic hydrolysis of inulin, being more soluble than this and moderately sweet, approximately sweetness of sucrose. In combination with intense sweeteners it generates a more finished palate and longer lasting fruity taste with less aftertaste. **Objective:** The study aimed at effect of the addition of oligofructose on the physical chemical, sensorial and micro-

¹ Docente investigadora grupo CIPTEC. Fundación Universitaria Tecnológico de Comfenalco. Cartagena- Colombia.

* Autor de correspondencia: alverhelst@yahoo.es

biological characteristics and the caloric intake of buffalo condensed milk. **Methods:** An experimental design based on a simple random sampling with a single factor and factor with tres levels was performed. The factor studied was the level of calories, with the following levels of sucrose: oligofructose: 100: 0; 75:25 and 50:50 of the total percentage of sugar used in the monitoring (17%) formulation. Treatments were performed in triplicate. The statistical evaluation was performed by ANOVA in the XVI Centurion Statgraphics software. It was considered p-value <0.05 as statistically significant with a confidence level of 95%. **Results:** The results show that the concentration of sucrose: 50:50 oligofructose, has a fainter 100 color concentrations: 0 and 75:25. It is further noted that the sample is 75:25 is the sample that has more color intensity versus concentration the others two levels and a more intense sweet taste. None of the samples evaluated sensorially present crystallization of sugars (sensation of grittiness) or greasy feeling. **Conclusions:** The sensory analysis showed that increasing the concentration of oligofructose to 50% the general acceptance of the product decreased. The physicochemical analysis of pH, titratable acidity and soluble Solids (° Brix), no significant differences in samples with different concentrations of sucrose: oligofructose. Condensed milk with a concentration level of 100: 0 product provides more calories while levels 75:25 and 50:50 caloric intake values are statistically equal.

Keywords: condensed milk, vegetable products, caloric intake, functional food.

INTRODUCCION

La preocupación actual frente al consumo excesivo de azúcar en la dieta, ha llevado a modificar productos tradicionales, para disminuir el contenido de sacarosa sin que se vean afectadas sus características sensoriales. En este sentido, existen diversos estudios (Bowman, 2004), que han mostrado la relación entre obesidad infantil y el consumo de alimentos hipercalóricos. Según la Organización Mundial de la Salud (2010) (1), para el 2020, las perspectivas sugieren que seis de los países con mayor obesidad en el mundo serán latinoamericanos; por ello, se ha incrementado el interés por la alimentación saludable, lo que ha generado la aparición en el mercado de una nueva gama de productos alimenticios infantiles.

La industria alimentaria ha hecho esfuerzos por reducir el contenido de azúcar en los alimentos, sin embargo, al sustituirla total o parcialmente se debe tener en cuenta el sabor residual, textura, olor, color del producto, entre otras características. Así también, se debe estudiar la intensidad del dulzor, su perfil y otras sensaciones del sustituto antes de ser incorporados. La aceptación de los edulcorantes artificiales ha sido escasa, debido al amargor que generan en el alimento, el alto valor comercial y su relación con enfermedades como el cáncer (2). Además, existen edulcorantes nutritivos derivados de productos naturales que aún no han sido estudiados como sustitutos de la sacarosa (3).

Los fructanos son carbohidratos no reductores formados de unidades fructosil, presentando generalmente en su estructura una molécula de glucosa

terminal. Constituyen los principales carbohidratos de reserva de muchas plantas, entre las que se destacan los tubérculos de la alcachofa de Jerusalén (*Helianthus tuberosus* L.), las raíces de la achicoria (*Chichorium intybus* L.), los tubérculos de la planta de dalia (*Dahlia variabilis*) y las cabezas o "piñas" de las plantas del género Agave (4).

Los fructanos más ampliamente estudiados y de mayor uso a nivel industrial son: la inulina, la oligofructosa, y los fructooligosacáridos o FOS (5,6,7). La presencia de ciertas cantidades de oligofructosa en la formulación de un producto alimenticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como alimento funcional (8,9), que, por definición, es aquel que contiene un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional (10). El efecto positivo a la salud se refiere a una mejoría de las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de una enfermedad. En la actualidad las personas se preocupan más por el consumo de alimentos funcionales (10), lo cual indica el interés que existe por mejorar la nutrición y la salud. El uso de la inulina y sus derivados (oligofructosa y fructooligosacáridos), para cumplir funciones tecnológicas, simultáneamente aporta beneficios a la salud, el primero de ellos es aporte de fibra dietaria, con los efectos fisiológicos atribuibles a este tipo de compuestos. (10), (11). Esta contribución tiene como objetivo la evaluación del efecto de la adición de oligofructosa sobre las características físicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y el aporte calórico de leche condensada de búfala.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un diseño experimental basado en un muestreo aleatorio simple con un solo factor (nivel de calorías) y con tres niveles del factor, con los siguientes niveles de sacarosa: oligofruktosa (100:0; 75:25 y 50:50) del porcentaje total del azúcar de la formulación control (17%). Las variables respuesta son las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas, sensoriales y microbiológicas. Las pruebas se realizaron por triplicado, como se muestra en la Tabla 1.

La evaluación estadística se realizó por análisis de varianza ANOVA en el software Statgraphics Centurion XVI. Se consideró p-valor $<0,05$ como estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95 %. Dado que todas las determinaciones se realizaron por triplicado, los datos reportados corresponden a la media aritmética y también a su desviación estándar.

Tabla 1. Relación de muestras en el desarrollo de la leche de búfala adicionada con sacarosa y oligofruktosa.

Relación de muestras y réplicas	Descripción
Muestra 1	Control sacarosa : oligofruktosa:100:0
Muestra 2	Tratamiento 1: Nivel de sacarosa: oligofruktosa: 75:25
Muestra 3	Tratamiento 2: Nivel de sacarosa: oligofruktosa: 50:50
Muestra 4	Réplica 2. Control.(100:0)
Muestra 5	Réplica 2. Tratamiento 1. (75:25)
Muestra 6	Réplica 2. Tratamiento 2. (50:50)
Muestra 7	Réplica 3. Control. (100:0)
Muestra 8	Réplica 3. Tratamiento 1. (75:25)
Muestra 9	Réplica 3. Tratamiento 2. (50:50)

DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION

El proceso de elaboración se basa en la metodología utilizada por Marcelín *et al.*, (2012) (12) (Figura 1). La leche cruda de búfala luego de ser filtrada se colocó en la marmita a vapor, marca Fagor Industrial®, modelo MV9-10 BM, se adicionó bicarbonato de sodio en 0,1 % (p/v), la leche se calentó hasta alcanzar una temperatura entre 65 y 70°C, en este punto se adicionó la mezcla de sacarosa y oligofruktosa de acuerdo a cada uno de los tratamientos descritos en el diseño experimental (100:0; 75:25 y 50:50). La etapa de condensación termina cuando el producto alcance una concentración de sólidos solubles de 55 a 60°Brix.

Para la medición de los grados Brix se utilizó un refractómetro digital de mano marca Atago®, modelo PAL- α . La leche condensada evaporada se mezcló en una licuadora industrial Citalsa® LI 30 (motor de 2 HP/ 3600 RPM) por dos minutos, para obtener un tamaño de grasa uniforme. Posteriormente se empacó caliente en bolsas flexibles con cierre térmico, para evitar la contaminación del producto. Finalmente fue almacenada a temperatura ambiente.

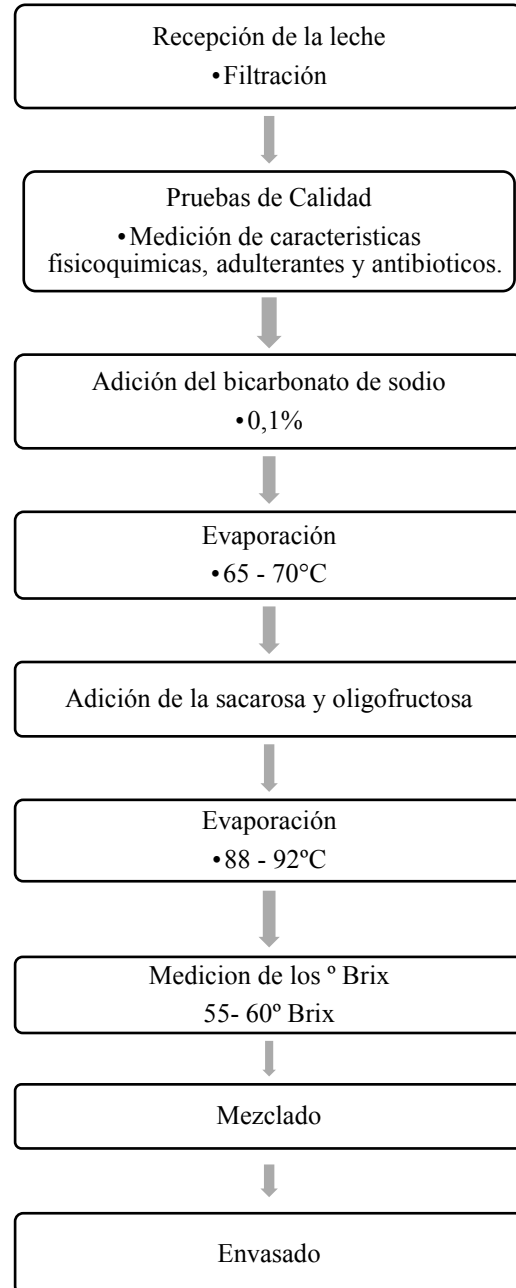


Figura 1. Proceso de elaboración de leche condensada (Diagrama de proceso).

Análisis sensorial descriptivo cuantitativo

El análisis sensorial fue realizado en el laboratorio de análisis sensorial de la Fundación Intal (Medellín-Colombia), por cinco jueces entrenados, obteniendo una respuesta descriptiva cuantitativa. Se evaluó también, la calidad general del producto y su aceptación o rechazo. Las características sensoriales evaluadas fueron: color, olor/aroma: característico, olor/aroma: objetable, sabor: característico, notas a mantequilla, sabor objetable, viscosidad y calidad general. Previamente fueron escogidos los descriptores sensoriales para la evaluación en el producto y éste fue calificado en una escala de intensidad de 7 puntos: 0 (ausente), 1 y 2 (leve), 3 (media –baja), 4 (media), 5 (media- alta), 6 y 7 (intenso).

Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico fue realizado en el laboratorio de vida útil de la Fundación Intal (Medellín- Colombia). Las pruebas incluyeron: la acidez titulable (expresada en % de ácido láctico) se realizó con el procedimiento establecido por la norma NTC 4978 (13); el pH y los sólidos solubles (°Brix) se determinaron siguiendo el procedimiento de la norma NTC 440 (14) y la consistencia se realizó en un consistómetro con un rango 0 a 23,5 cm y escala 0,5 cm haciendo correr la muestra durante un tiempo de 30 segundos.

Análisis microbiológico

Las pruebas microbiológicas del producto se realizaron en el laboratorio de microbiología de Fundación Intal (Medellín- Colombia), e incluyeron: recuento de microorganismos aerobios mesófilos, UFC/g según norma NTC 4519 (15); recuento de mohos y levaduras, UFC/g según norma NTC 4132 (16); Número Más Probable (NMP), coliformes totales y fecales según norma NTC 4516 (17) y recuento de *Staphylococcus coagulasa positivo* según norma NTC 4779 (18).

Análisis bromatológico

El análisis bromatológico fue realizado en el Laboratorio de Química de la Universidad de Cartagena- Colombia. Los análisis incluyeron:

Proteínas

Se determinó el contenido de proteínas del producto elaborado de acuerdo al procedimiento establecido por la norma AOAC 984.13 (Kjeldahl) (19), la cual se basó en la determinación de la concentración

de nitrógeno presente en la muestra y por medio de un factor es transformado en contenido proteico.

Grasa

Se determinó el contenido de grasa del producto elaborado de acuerdo al procedimiento establecido por la norma AOAC 920.39 (20). Una cantidad de muestra previamente homogenizada y seca del alimento se somete a una extracción con éter de petróleo, posteriormente se realiza la extracción total de la materia grasa libre por Soxhlet.

Sólidos totales

Se determinaron por el método gravimétrico por estufa, FIL- IDF, norma 21B:1987.

Sólidos solubles

Se determinaron por refractometría de acuerdo a lo establecido en la norma NTC 4624 (21).

Poder calórico (Kcal/100 g)

Se determinó por medio del Factor Atwater, el cual es un método empleado para determinar la energía (calorías) que aporta el alimento, usando un factor individual para determinar la energía en cada uno de los macronutrientes (proteínas, grasas, carbohidratos y alcoholes). Este valor está basado en el calor de la combustión y considera las pérdidas de energía debidas a la absorción, a la digestión y a la excreción.

RESULTADOS

Análisis sensorial descriptivo

La Figura 2 muestra los promedios en las intensidades de los descriptores sensoriales de la leche condensada de búfala adicionada con oligofructosa como sustituto de sacarosa.

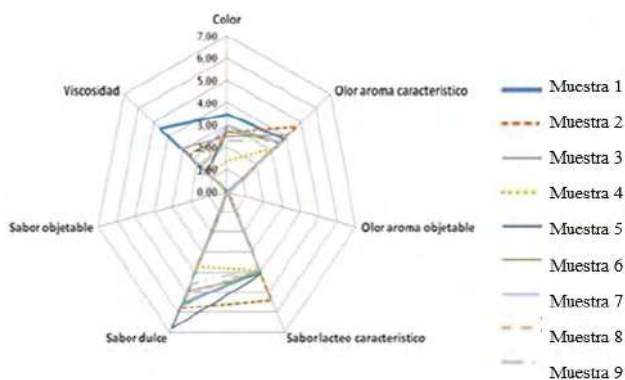


Figura 2. Promedios en las intensidades de los descriptores sensoriales leche condensada de búfala.

Los resultados de la prueba de color, indican que la muestra de leche condensada con una concentración de sacarosa: oligofruktosa 50:50, posee un color menos intenso que las muestras con concentraciones 100:0 y 75:25; presentando esta última mayor puntuación en el color, con un nivel de confianza del 95% (Figura 3).

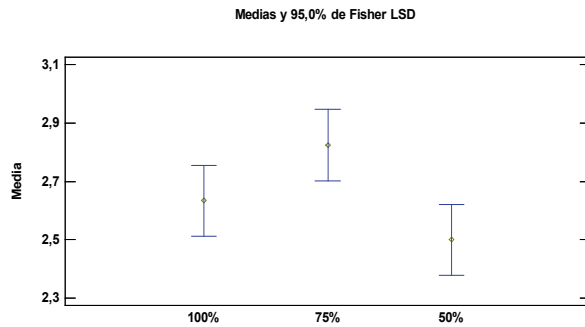


Figura 3. Medias para el color.

La aparición del color en la leche condensada está dada por las reacciones de amarronamiento entre azúcares y grupos amino (reacción de Maillard) (2). Estos resultados pueden explicarse debido a que la sacarosa tiene efecto sobre las características sensoriales del producto (sabor), físicas (cristalización y viscosidad), microbiológicas (conservación, fermentación) y químicas (reacciones de Maillard, caramelización, antioxidación) (22).

La Figura 4 muestra las medias para cada concentración de sacarosa: oligofruktosa ensayadas en la formulación, se evidencia que el nivel de sacarosa: oligofruktosa de 75:25 posee sabor dulce más intenso, lo cual puede explicarse debido al efecto sinérgico entre la sacarosa y la oligofruktosa y la alta solubilidad de esta última, mejorando la textura y palatabilidad del producto final (23, 24). Las concentraciones de 50:50 y la muestra control 100:0 no presentaron diferencias estadísticamente significativas. La reducción de los niveles de sacarosa en la formulación (50:50), ocasionó pérdida de la calidad sensorial del producto, de acuerdo a la evaluación realizada por el panel de jueces, resultados similares a los reportados por Valencia y Millán, (2008); en la elaboración de arequipe bajo en calorías (22).

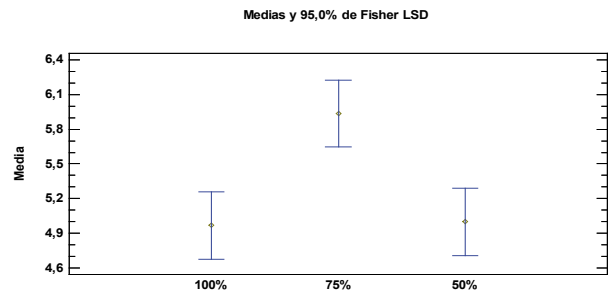


Figura 4. Medias para sabor dulce.

El olor/aroma característico, tiene una mayor intensidad en el nivel de concentración sacarosa: oligofruktosa (75:25) y una menor intensidad en la muestra control (100:0), según Fennema (2010) (25), los carbohidratos juegan un importante papel en la fijación del color y los componentes volátiles del aroma en los alimentos que son sometidos a eliminación del agua. En la Figura 5 se observa que la muestra control 100:0 y los dos niveles de sustitución no presentan diferencias estadísticamente significativas para la característica de aroma.

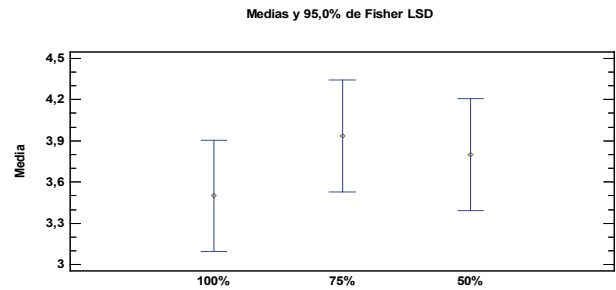


Figura 5. Medias para aroma característico.

El sabor lácteo característico (Figura 6), no mostró diferencias estadísticamente significativas entre la muestra control 100:00 y los dos niveles de concentración. La concentración de sacarosa: oligofruktosa de 75:25 presentó una mayor intensidad en la característica evaluada. Estos resultados pueden explicarse, porque de acuerdo a lo encontrado por Kmazurkiewicz, (2006) (26), la sacarosa juega un papel importante en la dulzura y textura final del producto.

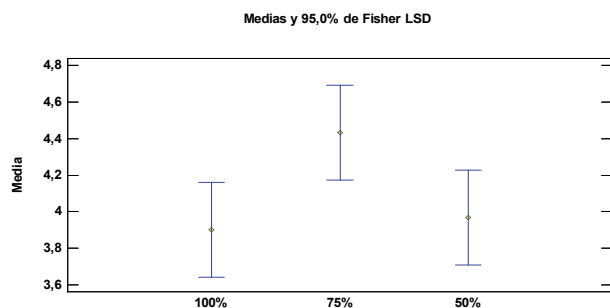


Figura 6. Medias para sabor lácteo característico.

Los resultados de la prueba de viscosidad indican que la muestra control (100% sacarosa), presentó una mayor viscosidad que las concentraciones 75:25 y 50:50, (Figura 7), este resultado se debe a que la sacarosa aumenta la viscosidad del medio, aportando volumen y textura (27). Para compensar la pérdida de viscosidad de este producto se recomienda el uso de hidrocoloides como la carragenina que presenta una buena interacción con los componentes lácteos (22).

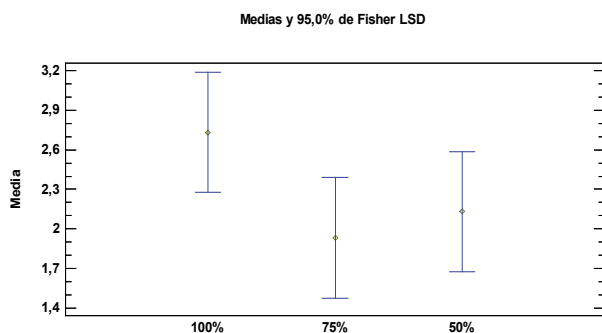


Figura 7. Medias para viscosidad.

El análisis sensorial mostró que al aumentar la concentración de oligofructosa a 50% la aceptación general del producto disminuyó. Ninguna de las muestras evaluadas presentó cristalización de azúcares (sensación de arenosidad) ni sensación grasa. Según Madrigal y Sangronis, (2007) (4), la oligofructosa es estable a altas temperaturas, con propiedades tecnológicas similares a la sacarosa y al jarabe de glucosa. La cristalización de azúcares está relacionada con una alta concentración de lactosa y un inadecuado enfriamiento del dulce de leche (28), es importante resaltar que luego del proceso de concentración, el producto terminado fue mezclado antes del empaque, permitiendo una disminución de la temperatura a unos 60-65°C, mejorando la textura del producto (2). Lo que concuerda con lo reportado por Andrade *et al.*, (2009) (29), durante

la elaboración de arequipe de leche de búfala, en almacenamiento prolongado, los pequeños cristales de lactosa, aumentan de tamaño o se agrupan en núcleos, dando al producto aspecto y textura arenosa.

Resultados de los análisis físicoquímicos

En la Tabla 2 se presenta los resultados de los análisis físicoquímicos de la leche condensada de leche de búfala y adicionada con oligofructosa, los resultados se presentan para cada uno de los niveles de concentración de sacarosa:oligofructosa (100:0; 75:25 y 50:50), con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 2. Resultados de los análisis físicoquímico realizados a la leche condensada.

Análisis	100% sacarosa	75% Sacarosa/ 25% oligofructosa	50% sacarosa/ 50% oligofructosa
% de acidez titulable	0,0054	0,0035	0,0046
pH	7,44	7,46	7,27
°Brix	61,09	61,07	60,51

Fuente: Autor

Los análisis físicoquímicos de pH, acidez titulable y sólidos solubles no presentaron diferencias significativas en las muestras estudiadas. Resultados similares a los obtenidos por Valencia *et al.*, (2008) (22), al sustituir la sacarosa por povidex, fructosa y sorbitol en la elaboración de arequipe. Los valores de pH obtenidos superiores a 7, pueden atribuirse al uso de bicarbonato de sodio como neutralizante en la formulación de la leche condensada, para prevenir la sinéresis, la sensación de arenosidad y textura aspera en el producto terminado (2). Para las variables físicoquímicas el análisis de varianza no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$), esto indica que las concentraciones utilizadas de la oligofructosa como sustituto de la sacarosa no producen cambios en estas variables, lo que concuerda con lo reportado por Valencia *et al.*, (2008) (22), en la utilización de sustitutos de azúcar en la elaboración de arequipe.

Análisis microbiológicos

La Tabla 3 presenta los resultados de los análisis microbiológicos del producto elaborado, para cada una de las formulaciones utilizadas. De acuerdo a los resultados obtenidos las muestras analizadas cumplen con las especificaciones establecidas en la resolución 2310 de 1986, la cual se tomó como referencia por carecer de referencias específicas para leche condensada de leche de búfala, y están acordes

a lo descrito por Badui, (2006) (30); estableciendo que el aumento de la presión osmótica destruye la mayor parte de los microorganismos e impide el crecimiento de los supervivientes. Además, muestran la calidad de las materias primas utilizadas, así como las condiciones higiénicas sanitarias en la elaboración de la leche condensada.

Tabla 3: Resultados análisis microbiológicos al producto terminado.

Análisis	100 % Sacarosa	75% sacarosa/25% oligofructosa	50% sacarosa/50% oligofructosa
Recuento de Mesófilos aerobios	<10 ufc/g	176 ufc/g	660 ufc/g
Recuento de mohos y levaduras	<10 ufc/g	16 ufc/g	<10 ufc/g
NMP de coliformes totales	<3NMP/g	<3 NMP/g	<3 NMP/g
NMP coliformes fecales	<3NMP/g	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Recuento de <i>E. aureus</i> coagulasa (+)	<100 ufc/g	<100 ufc/g	<100 ufc/g

Análisis bromatológico

La composición nutricional y el aporte calórico de la leche condensada de leche de búfala adicionada con oligofructosa se muestran en la Tabla 4. El contenido de proteínas supera al reportado por Andrade *et al.*, (2009) (29), (9,85%) en arequipe de leche de búfala y lo establecido en la norma NTC 879 (7%), la cual es utilizada como referencia por carecer de una específica para leche condensada de leche de búfala (31).

Tabla 4. Resultados de los análisis bromatológicos.

Parámetros	Nivel de concentración sacarosa : oligofructosa		
	100:0	75:25	50:50
Proteína	9,208	9,96	9,208
Grasa	8,3	8,1	8,036
Solidos totales	69,9	69,2	69,98
Solidos solubles	51,4	51,7	51,4
Poder calorífico	330,01	114,06	111,36

Fuente Autor

Proteínas

En la Figura 8 se evidencia que el producto con el nivel de concentración sacarosa: oligofructosa de 75:25 es la que más aporta en proteína.

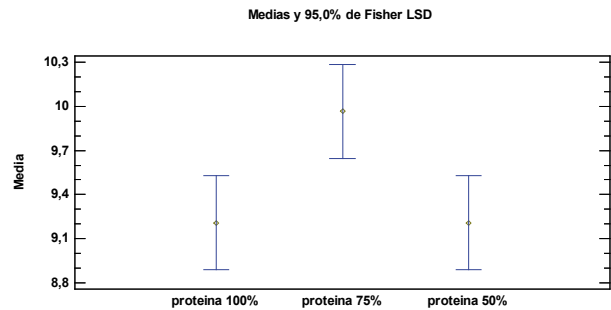


Figura 8. Medias del aporte de proteínas

Se identifica que las muestras con los niveles de concentración sacarosa: oligofructosa de 100:0 y 50:50 presentan igual contenido proteico, resultados obtenidos con un nivel de confianza del 95%, lo cual puede obedecer a variaciones de la materia prima, tal como lo describe Teixeira (2005) (32), que establece que la composición fisicoquímica de la leche de búfala varía conforme a la raza, edad, manejo, sanidad del animal y condiciones climáticas, entre otros factores. Los resultados obtenidos para la muestra con concentración 75:25 señalan que la leche condensada tiene un aporte proteico significativo pudiendo ser utilizada como alimento.

Grasas

En la Figura 9 se observa que la muestra con un nivel de concentración de sacarosa: oligofructosa de 100:0 aporta más cantidad de grasas que las muestras con niveles de concentración de 75:25 y 50:50. Esto puede explicarse debido a la viscosidad de la oligofructosa a 10°C en solución acuosa al 5% p/p, es la menor de los fructanos y es una característica clave para la formación de geles y su uso como un sustituto de grasas (33, 34).

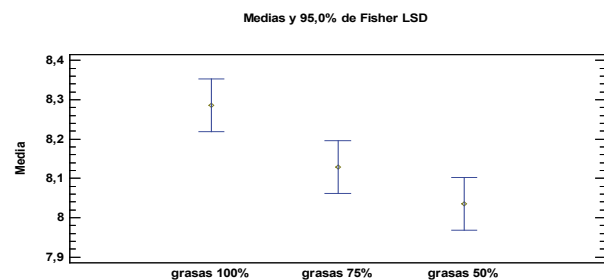


Figura 9. Medias del aporte de grasas.

Poder calorífico, Kcal/100 g

La leche condensada con un nivel de concentración de sacarosa: oligofructosa de 100:0 aporta

más calorías al producto, mientras que las muestras con nivel de concentración de 75:25 y 50:50 presentan un aporte calórico estadísticamente iguales (Figura 10). Estos datos pueden explicarse ya que la oligofructosa aporta un valor calórico reducido (1,5 kcal/g) si se comparan con los carbohidratos digeribles (4 kcal/g) (9). Resultados similares a los reportados por Gutiérrez, 2014 (35), en la elaboración de arequipe de bajo contenido calórico, utilizando sucralosa y polidextrosa, donde se obtuvo una reducción del aporte calórico del 30%.

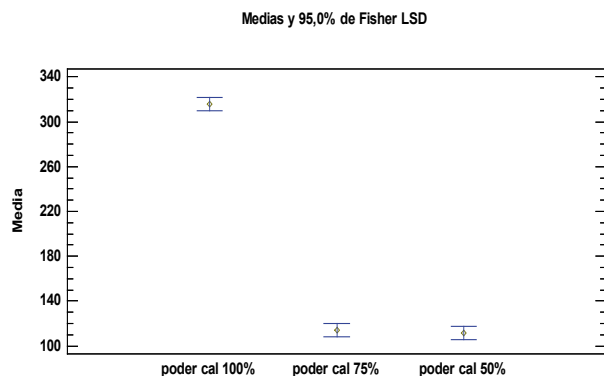


Figura 10. Medias del aporte de calorías.

CONCLUSIONES

La mayor aceptación sensorial del producto la obtuvieron las muestras con los niveles de concentración de sacarosa: oligofructosa de 75:25 y 50:50. La muestra de 75:25 es la que tiene mayor puntuación en el color y sabor, es decir, es la muestra que tiene más intensidad de color y sabor dulce frente a los dos niveles de concentraciones. La muestra correspondiente al nivel de concentración de sacarosa: oligofructosa de 75:25 tiene un puntaje de mayor intensidad en casi la totalidad de las pruebas medidas (pruebas sensoriales). Solamente en la prueba de viscosidad se obtuvo una mayor intensidad la leche condensada con un nivel de concentración de 100:0. El análisis sensorial mostró que al aumentar la concentración de oligofructosa a 50% la aceptación general del producto disminuyó. Las sustituciones empleadas no afectaron las propiedades fisicoquímicas como pH, sólidos solubles y acidez titulable.

Los resultados microbiológicos de las muestras analizadas cumplen con las especificaciones establecidas en la resolución 2310 de 1986, la cual se tomó como referencia por carecer de referencias específicas para leche condensada de leche de búfala.

El contenido de proteínas en cada uno de los tratamientos supera lo establecido en la norma NTC 879 (7%), la cual es utilizada como referencia por carecer de una específica para leche condensada de leche de búfala. Para las características bromatológicas: contenido de proteínas, grasas y poder calórico, existen diferencias significativas en los tres niveles de concentraciones de sacarosa: oligofructosa.

La leche condensada elaborada con un nivel de concentración de 75:25 y 50:50 cumple con los parámetros establecidos en la norma NTC 879 y la Resolución 02310 de 1986, las cuales fueron utilizadas como referencia y cumplen con los parámetros establecidos en la resolución 333 de febrero de 2011 de rotulado nutricional para productos bajos en calorías donde el aporte calórico debe reducirse mínimo 30%.

La leche de búfala es altamente nutritiva y es excelente para la preparación de productos derivados tales como leche condensada azucarada, entre otros, ya que sus características nutricionales no se ven afectadas por el tratamiento térmico a que es sometida, obteniéndose mayores rendimientos debido a su mayor porcentaje de sólidos solubles, proteínas y grasas en comparación con la leche bovina.

Cada día el consumo de edulcorantes se hace masivo a nivel mundial, estando presentes en una gran variedad de alimentos. Los edulcorantes mantienen la palatabilidad de la dieta permitiendo reemplazar el azúcar de muchos alimentos y así reducir el aporte calórico de los mismos. Los resultados obtenidos permiten afirmar que la oligofructosa puede ser utilizada como sustituto parcial de azúcar en productos lácteos tipo leche condensada azucarada, en una relación (75:25), ya que disminuye el aporte de grasa y el aporte calórico del producto final, proporcionando características sensoriales, similares a la sacarosa; sin resabio amargo, retiene el sabor dulce durante todo el proceso de fabricación de la leche condensada, actuando además como un alimento funcional al tener propiedades de fibra prebiótica y disminuyendo el poder cariogénico, característico de la sacarosa.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa su agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), en especial al doctor José Uriel Sepúlveda, por su asesoría en el desarrollo de esta investigación. A la fundación INTAL por la realización de los análisis realizados al producto terminado.

CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara que no existe conflicto de intereses en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. *J Am Diet Assoc.* 2004; 104: 2; 255-275.
- Zunino A. (2000). Dulce de leche: Aspectos básicos para su adecuada elaboración. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires.
- Mahan LK, Arlin MT. (1992). Krause's food, Nutrition & Diet Therapy. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 31-35: 199, 711-712.
- Madrigal L, Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales: ALAN; 2007; 57 (4), 387-396.
- Biedrzycka E, Bielecka M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. *Trends Food Sci Technol.* 2004; 15: 170-175.
- Roberfroid M, Van Loo J, Gibson G. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J Nutr.* 1998; 128: 11-19.
- Roberfroid M. Non digestible oligosaccharides. *Crit. Rev Food Sci Nutr.* 2000; 40: 461-480.
- Roberfroid M. Functional foods: concepts and applications to inulin and oligofructose. *J Nutr.* 2002; 87: 139-143.
- Roberfroid M. Caloric value of inulin and oligofructose. *J Nutrition.* 1999; 129: 1436-1437.
- Roberfroid M. Concepts in functional foods: the case of inulin and oligofructose. *J Nutr.* 1999; 129:1398-1401.
- Schneeman B. (1999). Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. *J Nutr.* 1999; 129: 1424-1427.
- Marcelín-Rodríguez M, Vélez-Ruiz J. Proceso de elaboración y propiedades fisicoquímicas de las leches condensada y evaporada. *TSIA.* 2012; 6-1: 13-28.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 4978. Leche y productos lácteos. Determinación de acidez titulable (método de referencia). 2001. ICONTEC: Bogotá DC.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 440. Productos alimenticios. Métodos de ensayo. 2015. ICONTEC: Bogotá DC.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 4519. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. técnica de recuento de colonias a 30°C. 2009. ICONTEC: Bogotá DC.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 4132. Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25°C 1997. ICONTEC: Bogotá DC.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 4516. Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable. 2009. ICONTEC: Bogotá DC.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 4779. Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva. 2007. ICONTEC: Bogotá DC.
- Association of Official Analytical Chemists International AOAC. AOAC Official Method 984.13 Protein (Crude) Determination in Animal Feed: Copper Catalyst Kjeldahl Method. In: AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 1990.
- Association of Official Analytical Chemists International AOAC. AOAC Official Method 920.39. Traditional Soxhlet extraction method with diethyl ether. In: AOAC Official Methods of Analysis. 2000.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 4624. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico 1999. ICONTEC: Bogotá DC.
- Valencia F, Millán L, Ramírez N. Evaluación de los efectos en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y texturales de povidexrosa, fructosa y sorbitol como sustitutos de azúcar en la elaboración de arequipe. *Revista Lasallista de Investigación.* 2008; 5(2): 20-27.
- Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonati M. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Dieta (B. Aires).* 2007; 25(121): 20-33.
- Montani M. (2005). *Capturar la oportunidad en Alimentos Funcionales.* Orafti Latinoamérica. Revista Énfasis Alimentación 2005; Año XI, N° 2: Pag 78-82. <<http://www.enfasis.com>> (última consulta: junio de 2007).
- Fennema OR. Química de los alimentos. (2010). Tercera Edición. Editorial Acribia. ISBN: 9788420011424. 2010.
- Kmazurkiewicz J, Rebilas Krzysztof, Tomaski P. Dextran-low-molecular saccharide sweetener interactions in aqueous solutions. *Food Hydrocolloids.* 2006; 20(1): 21-23.
- Cubero N, Monferrer A, Villalta J. (2002). Edulcorantes. Aditivos Alimentarios. España. Grupo Mundi-Prensa. 189-210.
- Badui S. (2006). Química de los Alimentos: Hidratos de carbono. (Cuarta edición). México DF. Pearson. 29-107.
- Ricardo D, Andrade P, Gabriel I, Vélez H, Margarita R, Arteaga M, Yolanda S, Díaz Q, Saúdit S, Sánchez S. Efecto de la neutralización y adición de edulcorantes en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del arequipe de leche de búfala. *Vitae.* 2009; 16(2): 201-209.
- Badui S. (2006). Química de los Alimentos: Edulcorantes. Cuarta edición. México DF. Pearson. 528-532.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 879. Productos Lácteos. Leche azucarada (concentrada) 1996. ICONTEC: Bogotá DC.
- Teixeira L, Bastianetto E, Oliveira D. Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. *Rev Bras Reprod Anim.* 2005; 29 (2): 96-100.
- Franck A. (2006). *Inulin.* En: Food Polysaccharides and Their Applications. Stephen A. (Editor). Segunda Edición. Nueva York, Marcel Dekker; 733.
- Franck A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *British J Nutr.* 2002; 87: 287-291.
- Gutiérrez A. (2014). Tesis de grado: Desarrollo de dulce de leche de bajo contenido calórico con utilización de sucralosa y povidexrosa. Universidad Nacional de Colombia.