

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
**Reformulación de bebida láctea con reducción en energía y azúcares
añadidos**

Estudiante

Rafael David Martínez Gutiérrez

Asesores

Adriana Hernández Santana, D.Sc.

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figura.....	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación	13
Materia Prima	13
Equipo	13
Formulación	14
Flujo de Proceso.....	15
Análisis Microbiológicos.....	15
Análisis Sensorial Afectivo	16
Prueba de Aceptación.....	16
Prueba de Preferencia	17
Análisis Físicos.....	17
Análisis de Color.....	17
Análisis de Viscosidad	17
Análisis Químicos	18
pH.....	18
Sólidos Totales	18
Perfil de Azúcares.....	18
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	18

Resultados y Discusión.....	19
Análisis Microbiológicos.....	19
Análisis Sensorial Afectivo	19
Prueba de Aceptación.....	19
Prueba de preferencia	24
Análisis de Color.....	25
Análisis de pH.....	26
Análisis de Sólidos Totales	27
Análisis de Viscosidad	28
Análisis de Perfil de Azúcares.....	29
Conclusiones	32
Recomendaciones.....	33
Referencias.....	34
Anexos.....	39

Índice de Cuadros

<i>Cuadro 1 Composición porcentual de ingredientes en los tratamientos.</i>	<i>14</i>
<i>Cuadro 2 Límites microbiológicos para productos alimenticios.....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 3 Resultados de la evaluación sensorial de aceptación de los tratamientos de bebida láctea.</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 4 Organización de resultados de la prueba de categoría de preferencia Basker con valor crítico de 36.3.....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 5 Resultados de los análisis de color, sólidos totales y pH en el control y tratamiento preferido.</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 6 Viscosidad en mPas del control y tratamiento preferido.....</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro 7 Porcentajes de sacarosa del tratamiento uno y cuatro.....</i>	<i>30</i>
<i>Cuadro 8 Cantidad de nutrientes por porción (250 mL) del tratamiento uno y cuatro.</i>	<i>30</i>
<i>Cuadro 9 Porcentaje de valor diario por porción (250mL) del tratamiento uno y cuatro.....</i>	<i>31</i>

Índice de Figura

Figura 1 Proceso y etapas en la formulación de tratamientos.....	15
--	----

Índice de Anexos

Anexo A Análisis de datos de una prueba de categorías de preferencia Basker.....	39
Anexo B Viscosidad entre velocidades.....	41
Anexo C Coeficiente de variación de viscosidad entre velocidades.	42
Anexo D Etiquetado nutricional de tratamiento uno.	43
Anexo E Etiquetado nutricional de tratamiento dos.	44
Anexo F Etiquetado nutricional del tratamiento tres.	45
Anexo G Etiquetado nutricional de tratamiento cuatro.	45

Resumen

Las bebidas altas en azúcar son causantes de enfermedades de malnutrición como la obesidad y sobrepeso. Entendiendo esta preocupación, la industria agroalimentaria ha tomado acción para frenar este problema a través de procesos de reformulación en alimentos. La bebida láctea evaluada en esta investigación cuenta con un excedente en sacarosa, por lo que, se utilizó el edulcorante no calórico eritritol para la reducción de azúcares añadidos y energía total. El objetivo de este estudio fue determinar el grado de aceptación de los panelistas en cuatro proporciones de sacarosa sustituidos con el edulcorante (TR1:100:0, TR2:70:30, TR3:30:70, TR4:0:100) y evaluar los efectos fisicoquímicos que tienen los diferentes porcentajes de sustitución sobre el tratamiento preferido en comparación al control con 100% azúcar. Además, la leche condensada y leche semidescremada encontrada en el tratamiento uno/control se sustituyó; la leche semidescremada por bebida de almendra, y la leche condensada por leche evaporada con adición de almendra molida en los tratamientos dos, tres y cuatro. Se identificó el tratamiento cuatro con 100% de eritritol como el más preferido, el cual, presentó diferencia significativa en color por presencia de flavonoides, menor viscosidad por el bajo contenido de grasas saturadas y disminución en pH por alta concentración de sólidos totales. El tratamiento cuatro también presentó un mejor perfil nutricional con reducción del 54% en sacarosa, 25% energía, 66% en colesterol e incremento en fibra. Para futuras investigaciones se debe efectuar un análisis de costos para determinar la factibilidad económica del tratamiento con 100% eritritol sobre el tratamiento completamente elaborado con azúcar como edulcorante.

Palabras clave: Almendra, eritritol, flavonoides, sólidos totales, sustitución, viscosidad.

Abstract

Drinks high in sugar are the cause of malnutrition diseases such as obesity and being overweight. Understanding this concern, the agri-food industry has taken action to curb this problem through food reformulation processes. The milk drink used in this research has a surplus in sucrose, so the non-caloric sweetener erythritol was used to reduce added sugars and total energy. The objective of this study was to determine the degree of acceptance of the panelists in four proportions of sucrose replaced with the sweetener (TR1: 100: 0, TR2: 70: 30, TR3: 30: 70, TR4: 0: 100), and evaluate the physicochemical effects that the different substitution percentages have on the preferred treatment compared to the control with 100% sugar. Furthermore, the condensed milk and semi-skimmed milk found in treatment one / control was substituted; semi-skimmed milk for almond drink, and condensed milk for evaporated milk with addition of ground almonds in treatments two, three and four. Treatment four with 100% erythritol was identified as the most preferred, which presented a significant difference in color due to the presence of flavonoids, lower viscosity due to the low content of saturated fat and a decrease in pH due to a high concentration of total solids. Treatment four also presented a better nutritional profile with a 54% reduction in sucrose, 25% energy, 66% in cholesterol and an increase in fiber. For future research, a cost analysis should be performed to determine the economic feasibility of treatment with 100% erythritol over treatment completely made with sugar as a sweetener.

Keywords: Almond, erythritol, flavonoids, substitution, total solids, viscosity.

Introducción

América Latina ha alcanzado niveles epidemiológicos de sobrepeso y obesidad debido a los malos hábitos de consumo alimenticio, acompañado de insuficiente actividad física y elevada ingesta de ultra procesados en la dieta (OPS 2019). La obesidad, se caracteriza por presentar un contenido elevado de grasa corporal, teniendo como consecuencias limitantes en las expectativas de la calidad de vida (Moreno 2012). Entre las comorbilidades asociadas al sobrepeso y obesidad, se distinguen aquellas con mayor incidencia como la diabetes tipo 2, hipertensión arterial, enfermedad coronaria y accidentes vasculares encefálicos (Arteaga L 2012). Globalmente, 39% de los adultos se encuentran con sobrepeso y 13% con obesidad, y en la mayoría de los países del mundo, el sobrepeso y la obesidad representan un problema mayor que la desnutrición (OMS 2020). Por lo tanto, la industria agroalimentaria ha tomado acción para frenar este problema. El cambio dietético se ha convertido en una práctica necesaria que se realiza a través de procesos de reformulación, en particular, para la reducción de sodio, azúcar, y ácidos grasos trans en alimentos (Zoysa y Waisundara 2019).

El consumidor demuestra que factores como costo, calidad y preferencia en sabor son los determinantes de compra más importantes, lo que coloca a las dietas saludables en un nivel de preferencia menor para los consumidores (FSA 2020). Se ha observado un aumento en el consumo de productos no perecederos, con niveles elevados de azúcares y grasas saturadas en países en desarrollo, lo que ha incrementado enfermedades no transmisibles (FAO y CELAC 2020).

Murray y colaboradores (2016), indican que el consumo de alimentos dulces libera dopamina, lo que permite que exista sentimiento de recompensa e incluso placer. Este sentimiento de satisfacción por consumo de alimentos dulces puede convertirse en un comportamiento dañino porque el consumidor no tiene autocontrol sobre la ingesta de azúcar en su dieta (Berridge y Kringelbach 2008). Un estudio en ocho países latinoamericanos indicó que en promedio la ingesta de azúcar total al día por persona es de 99.4 gramos, lo que contribuye al 20.1% de la energía total (Fisberg M *et al.* 2018). De los casi 100 gramos de azúcar 65.9% proviene de azúcares añadidos,

sobrepasando por mucho la recomendación de consumo en energía por azúcar, siendo el máximo de 10% según recomendaciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud) (OMS 2015).

Las consecuencias de la azúcar adicionada a bebidas siguen siendo motivo de estudio. Diversos estudios han demostrado la relación entre el consumo de bebidas azucaradas y el sobrepeso y obesidad (Qi Q *et al.* 2012). Por lo tanto, se han introducido impuestos sobre las bebidas azucaradas en cuarenta países de todo el mundo para fomentar la reformulación e influir en el comportamiento del consumidor mediante incentivos económico (WHO 2017). La legislación actual requiere que las declaraciones comparativas con respecto al azúcar, como “más bajo” o “reducido” solo se declaren en productos con reducción de al menos un 25% en azúcares totales (Buttriss 2020).

Un medio común para reducir el contenido de azúcar en las dietas es el uso de edulcorantes artificiales y polioles, que a su vez contribuyen a la reducción de energía/kilocalorías (Stanner y Spiro 2020). Eritritol es un polialcohol que no puede ser metabolizado por el cuerpo humano, que es expulsado a través de la orina sin causar efecto negativo en los niveles de glucosa e insulina en la sangre (Regnat *et al.* 2018).

Los productos lácteos, como la leche estandarizada al 2% de grasa, demuestra un elevado contenido de ácidos grasos saturados, que provocan el aumento de niveles de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL), o sea, colesterol malo (Lordan *et al.* 2018). El uso de análogos de leche, en este caso de almendra, en una reformulación de la bebida es una solución viable a este problema. Las almendras brindan diferentes beneficios en la dieta, ya que, estas son fuente de nutrientes como la vitamina E, proteínas, magnesio, potasio, grasas insaturadas y fibra dietética. Este fruto seco ha demostrado capacidad de reducir factores de riesgo cardiovascular con el incremento de HDL-C y reducción de LDL-C (Buonopane *et al.* 1992).

El propósito del estudio fue reducir los porcentajes de azúcar total y energía de una bebida láctea, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

Determinar la aceptación general de una bebida láctea con diferentes concentraciones del edulcorante eritritol.

Evaluar las características fisicoquímicas del tratamiento control y del tratamiento con mayor preferencia.

Definir las condiciones relativas al contenido de nutrientes del tratamiento preferido de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional.

Materiales y Métodos

Ubicación

La formulación de las bebidas tuvo lugar en las instalaciones de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Los análisis microbiológicos de cada tratamiento se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ). El análisis sensorial se realizó en el laboratorio de análisis sensorial. En el laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) se llevó a cabo los análisis fisicoquímicos de color, viscosidad, pH y perfil de azúcares. Las instalaciones mencionadas anteriormente se encuentran en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el Km 30, carretera hacia Danlí, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Materia Prima

Se utilizaron ingredientes lácteos y no lácteos. El control se formuló con leche semidescremada al 2%, leche condensada, azúcar de mesa, canela, clavos de olor, nuez moscada, pimienta gorda y flan de vainilla. Los tratamientos fueron formulados igual que el control, a excepción del azúcar de mesa y leche semidescremada. Estos fueron sustituidos por eritritol como edulcorante y bebida de almendra como análogo de leche, junto con una porción de almendra molida como fuente en fibra y proteína. Todos los ingredientes se compraron fuera del campus a excepción de la leche semidescremada, que fue adquirida en el puesto de ventas Zamorano, mientras que el eritritol (edulcorante) fue comprado en Florida, Estados Unidos. El resto de la materia prima se obtuvo en San Pedro Sula, Honduras.

Equipo

El equipo utilizado para el control y los tratamientos estuvo conformado por: Olla de cocción lenta de la marca "Instant Pot", licuadora y cuarto frío a 4 °C para el almacenamiento de tratamientos previo a la realización del análisis sensorial. La bebida fue envasada en botellas de vidrio de 1500 mL

esterilizadas con agua hirviendo a 100 °C por 15-20 minutos. Para el pesado de la materia prima se utilizaron balanzas digitales.

Formulación

El Cuadro 1 muestra la formulación del control (TR1), compuesto por leche semidescremada, azúcar de mesa, leche condensada flan de vainilla y nuez moscada. Los tratamientos dos, tres y cuatro (TR2, TR3 y TR4) se mantuvieron constantes en los últimos ingredientes mencionados, y variaron en el contenido de azúcar, sustituidos por eritritol al 30, 70 y 100% (Anexo E y F), respectivamente. La leche semidescremada fue sustituida por bebida de almendras que es considerada un de análogo de leche, mientras que la leche condensada se sustituyó por leche evaporada. Así mismo, en los últimos tres tratamientos se pesó, mezcló y licuó almendra molida. La Figura 1 indica el flujo de proceso.

Cuadro 1

Composición porcentual de ingredientes en los tratamientos.

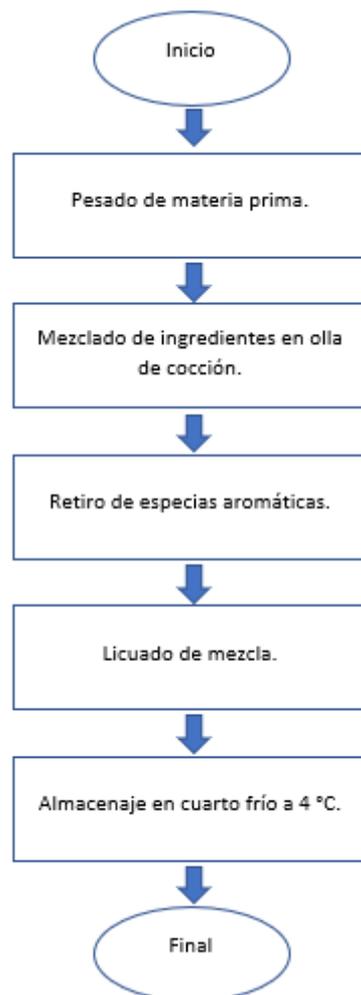
Ingredientes	TR1%	TR2%	TR3%	TR4%
Leche semidescremada	78.70			
Leche condensada	13.59			
Azúcar	4.64	7.19	3.12	
Flan	2.86	2.50	2.50	2.50
Nuez moscada	0.21	0.18	0.18	0.18
Almendra		6.30	6.30	6.30
Leche evaporada		11.88	11.88	11.88
Análogo de leche		68.83	68.83	68.93
Eritritol		3.12	7.19	10.21

Nota. TR1: 100% azúcar. TR2:30% eritritol. TR3: 70% eritritol. TR4: 100% eritritol.

Flujo de Proceso

Figura 1

Proceso y etapas en la formulación de tratamientos.



Análisis Microbiológicos

Para los diferentes tratamientos se efectuaron los análisis en coliformes totales, mesófilos aerobios y *E. coli*. Estos microorganismos son indicadores, lo que asegura la inocuidad del alimento, por lo que solamente se ejecutó una repetición por tratamiento para seguridad del panel. Todos los análisis se llevaron a cabo en diluciones decimales ($10^1, 10^2, 10^3, 10^4$) mediante el método vaciado en placa, utilizando el medio de cultivo Agar de Bilis y Rojo Violeta (ARBV) para coliformes totales, Agar Cuenta Estándar (ACE) para mesófilos aerobios y ARBV MUG para *E. coli*. Por último, para mesófilos

aerobios se incubaron las placas en posición invertida a 35 ± 1 °C por 48 ± 2 horas, y para coliformes totales y *E. coli* se incubó a 35 ± 1 °C por 18 a 24 horas.

Según el Cuadro 2 los tratamientos se encontraron bajo el parámetro de calidad microbiológico establecido en la Norma Oficial Mexicana.

Cuadro 2

Límites microbiológicos para productos alimenticios.

Parámetros Microbiológicos	Valores máx.
Mesófilos aerobios	50 UFC/ mL
Coliformes totales	10 NMP/mL
<i>E.coli</i>	Ausencia

Nota. Adptado de Secretaría de Salud (2011)

Análisis Sensorial Afectivo

Se realizó una evaluación sensorial afectiva con dos tipos de pruebas, de aceptación y preferencia. El estudio sensorial se desarrolló con tres tratamientos más el control y se realizaron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. En esta evaluación participaron 60 panelistas no entrenados para evaluar la aceptación en los atributos sensoriales de color, apariencia, olor, sabor, dulzura, viscosidad y aceptación general.

Prueba de Aceptación

En esta prueba los panelistas determinaron el grado de aceptación o rechazo de los siguientes atributos sensoriales: Apariencia, color, olor, sabor, dulzura, viscosidad y aceptación general. Se usó una escala hedónica de nueve puntos, dónde uno significa “me disgusta extremadamente” y nueve significa “me gusta extremadamente”. Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar con un análisis de varianza (ANDEVA) evaluando los datos para la clasificación global mediante el análisis de separación de medias DUNCAN con el fin de encontrar diferencias entre los tratamientos y el control.

Prueba de Preferencia

Mediante esta prueba, fue posible identificar cuál fue el tratamiento más preferido y menos preferido. Debido a que se obtuvieron datos ordinales se utilizó la prueba no paramétrica de Basker (Anexo A). Los panelistas categorizan por orden de preferencia, siendo el primero el más preferido y el último el menos preferido. El tratamiento más preferido se le dio una puntuación de 1, el siguiente 2, el penúltimo 3 y el último 4. En esta prueba se debe obtener la suma del orden de preferencia de cada producto y la suma de cada panelista para corroborar que no hay error de digitación (Liria Domínguez 2007). Es necesario que exista un orden entre los tratamientos, por lo que, de haber empate, se debe forzar un desempate.

Análisis Físicos

Análisis de Color

El color es uno de los principales atributos percibidos por el consumidor, su importancia es vital en la industria alimentaria. El colorímetro Colorflex Hunter Lab se utilizó para la medición del color del alimento. La escala utilizada en este análisis es la $L^*a^*b^*$, donde el valor L^* indica la luminosidad en una escala de cero (negro) a 100 (blanco). Los valores a^* b^* son las coordenadas de cromaticidad, donde el valor positivo de a^* indica tendencia a color rojo y negativo a^* indica tendencia a color verde, el valor positivo b^* señala el color con tendencia amarillo y negativo b^* señala el color azul.

Análisis de Viscosidad

Para este análisis se determinaron las propiedades reológicas de fluidos en función de la tasa o velocidad de cizalla usando el reómetro Brookfield LVDV-III Ultra según el método ISO 1652:2004. Las muestras fueron colocadas en beakers de 1000 mL, usando el acople RV/HA/HB-3 a 2 RPM incrementando paulatinamente la velocidad cada minuto a 4, 6, 8,10 revoluciones por minuto a una temperatura de 25 ± 1 °C.

Análisis Químicos

pH

El análisis de pH fue realizado de acuerdo con el método oficial AOAC 981.12 utilizando un potenciómetro Oyster™ PH/mV/Temperature Meter, calibrado con soluciones buffer de cuatro, siete y diez. Para cada repetición, se tomó 10 gramos de muestra y se procedió a hacer la medición de pH. Este procedimiento fue repetido para cada unidad experimental.

Sólidos Totales

En este análisis se utilizó el método directo de separación AOAC 927.05/925.09, con el uso de horneado. El agua se evapora y se analiza por diferencia de peso. Se utilizó un horno de conducción al vacío por 24 horas con temperatura de 75 °C, a una presión constante de 38 Hg para evitar que los aceites volátiles se pierdan en su totalidad.

Perfil de Azúcares

El método oficial utilizado para este análisis fue el AOAC 928.14, con los estándares de glucosa, maltosa, fructosa, galactosa, lactosa y sacarosa, siendo todos azúcares reductores. Se utilizó el equipo HPLC (Cromatografía líquida de alta eficacia), realizando tres repeticiones del perfil de azúcares al control y al tratamiento más preferido, siendo un total de seis unidades experimentales evaluadas en la reducción de azúcares totales del tratamiento preferido en comparación al control.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Para las pruebas fisicoquímicas se utilizó un diseño de muestras independientes a través de una prueba T Student, del tratamiento con mayor preferencia y el control. Se realizaron tres repeticiones para un total de seis unidades experimentales. De igual forma, se implementó un análisis de varianza ANDEVA determinando la significancia del modelo ($P < 0.05$)

Resultados y Discusión

Análisis Microbiológicos

Los tratamientos cumplieron con el parámetro de calidad microbiológico establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-218-55A1-2011 para bebidas no alcohólicas. Se reportó conteos finales inferiores al límite máximo permitido para mesófilos aerobios, coliformes totales y *E. coli*.

Análisis Sensorial Afectivo

Prueba de Aceptación

Se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor sabor, dulzura, viscosidad y aceptación general con una escala hedónica de nueve puntos, en donde 1 significa “me disgusta extremadamente”, 5 “ni me gusta ni me disgusta” y 9 “me gusta extremadamente”. El análisis se realizó con 60 panelistas no entrenados, en su mayoría estudiantes de segundo, tercer, y cuarto año de la comunidad Zamorano. Los resultados de los atributos evaluados se presentan en el Cuadro 3.

Color y apariencia

El atributo más importante de la apariencia de cualquier alimento es su color, especialmente cuando está directamente asociado con otros atributos de calidad de los alimentos. La especificación del color por sí sola es insuficiente para definir la apariencia de productos alimenticios (Trugo y Finglas 2003, 2003). Según Melton *et al.* (2019), el color juega un rol esencial en la apariencia y aceptabilidad de los alimentos. Sin embargo, entre los tratamientos analizados no se presentaron diferencias significativas referentes a la percepción de color del producto por parte de los panelistas. Los cuatro tratamientos fueron evaluados en color y apariencia con valores de seis o cercanos a siete el cual representa “me gusta moderadamente”.

Olor

Se ha demostrado que los olores de los alimentos influyen en la elección de los alimentos, la selección de las porciones y pueden promover un deseo específico de consumir ciertos alimentos. Incluso cuando está satisfecho, la vista o el olor de un alimento deseable puede estimular el apetito. Se ha demostrado que las personas que exhiben un mayor nivel de respuesta a las señales de olor de los alimentos presentan un mayor apetito y deseo de consumir comida. Otros han explicado que la exposición a un olor sabroso y deseable aumenta el nivel de atención en los alimentos, lo que lleva a un deseo general de comer (Forde 2016). Como se presenta en el Cuadro 3, sí existen diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar tendencia en mejor aceptación de olor con el aumento de sustitución de sacarosa por eritritol debido a que este edulcorante es inodoro, potencializando los compuestos orgánicos volátiles encontrados en la almendra (Taş y Gökmen 2017).

Sabor

El sabor es el atributo sensorial más importantes, ya que interviene en el consumo de alimentos, es decir en la preferencia de un producto sobre otro en el mercado (Lindley 2012). Indicando que los productos con aceptación alta en sabor tendrán mayor ventaja competitiva sobre otros alimentos. Todos los tratamientos presentaron diferencia significativa. No obstante, el tratamiento uno/control, presentó los valores más bajos con valores de 5 “no me gusta ni me disgusta”. El control contiene 100% azúcar, lo que según Vatankhah y colaboradores (2015), las galletas estudiadas en su trabajo presentaron alta aceptación en los tratamientos con menor reducción de azúcares; defiriendo completamente con los resultados obtenido en este estudio. Sin embargo, la baja aceptación del tratamiento uno, se atribuye a la ausencia de almendras en la formulación. Las almendras contienen alrededor de 50% de grasa. La composición de ácidos grasos de las almendras afectan al sabor, ya que son beneficiosos porque los ácidos grasos monoinsaturados predominan y el contenido de grasas saturadas es el más bajo de todos los frutos secos (Richardson *et al.* 2009).

Montmayeur (2009), menciona que la palatabilidad de los alimentos a menudo está vinculada a su densidad energética, por lo tanto, a su contenido de grasa. Los alimentos densos en energía que son ricos en grasas son más sabrosos que muchos de baja densidad energética, y dada la presencia de almendra en los tratamientos dos, tres y cuatro, que añadieron grasa a los tratamientos, los panelistas demostraron mejor aceptación en sabor en comparación al control.

Martin *et al.* (2016), comparten resultados similares en que la reducción de grasa condujo a una baja aceptabilidad sensorial por parte de los panelistas. Los cinco tratamientos de queso cottage que se realizaron en el estudio, diferían según el contenido de grasa (0, 1, 3, 8 y 11%). Las percepciones de aroma, sabor y cremosidad incrementaron con el aumento del contenido de grasa; diferente en el amargor y astringencia, que aumentaron al disminuir el contenido de grasa en los quesos.

Dulzura

Se cree que la capacidad del individuo para detectar o sentir la dulzura en la cavidad oral es uno de los muchos factores que influyen en la aceptación de los alimentos y, por lo tanto, el sabor puede desempeñar un papel esencial en la modulación de la aceptación de los alimentos y / o la ingesta de energía (Low et al. 2014). Los tratamientos uno y dos presentaron una puntuación de 6 “me gusta levemente”, sin presentar diferencia significativa entre estos tratamientos. Mientras que los tratamientos tres y cuatro fueron evaluados con valores de 7 “me gusta moderadamente, sin diferencia significativa entre estos tratamientos. La aceptación en dulzura fue incrementado a medida el contenido de eritritol en los tratamientos aumentaba. Sin embargo, resultados en dulzor difieren completamente a los que presentó Lin (2003), en el que los tratamientos (pasteles) con 0% de eritritol tenían las puntuaciones más altas.

Las puntuaciones se redujeron cuando se incrementó la sustitución de sacarosa por eritritol. Los tratamientos con 100% eritritol fueron significativamente menores a los que se elaboraron con 0, 25 y 50% de eritritol. El efecto del reemplazo de sacarosa por eritritol sobre la dulzura podría ser la

razón, ya que el eritritol (1,2,3,4-butanotetrol) es un poliol C4 no calórico elaborado por fermentación que tiene un dulzor del 60 al 80% en comparación al azúcar de mesa (Boesten *et al.* 2015).

Viscosidad

La experiencia derivada de las sensaciones en la boca durante o después de la ingestión de una bebida, se relaciona a la densidad, viscosidad, tensión superficial y otras propiedades físicas del producto que se está muestreando (Bourne 2002). Según el Cuadro 3, el tratamiento uno y el cuatro presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$), mostrando la mayor aceptación en el tratamiento cuatro. Los panelistas fueron capaces de percibir diferencia en la aceptación del atributo viscosidad en los tratamientos, donde el tratamiento uno fue significativamente más viscoso que el tratamiento cuatro debido al porcentaje de grasas saturadas que este contiene como se aprecia en el Cuadro 8.

Al analizar los resultados del Cuadro 3 y el Cuadro 6, se puede inferir que los panelistas demostraron mayor aceptación en el producto con menor viscosidad. Observaciones similares presentó Brandenstein y colaboradores (2015), en tratamientos de bebida de futas, en donde las muestras más viscosas fueron descritas como pegajosas, pulposas y babosas.

En este mismo estudio las muestras de menor viscosidad recibieron las mejores puntuaciones sensoriales en una escala de 10 puntos (0=ninguno; 10= pulposo, pegajoso, y baboso). Los tratamientos formulados de 100% sacarosa fueron evaluados con valores cercanos a 8 mientras que los tratamientos compuestos de 50% eritritol y 50% stevia presentaron valores cercanos a 6. Dentro de la investigación, los tratamientos con sacarosa fueron descritos como bebidas ligosas o babosas, mientras que los tratamientos con eritritol no, dando a entender que los panelistas prefirieron los tratamientos menos viscosos.

Aceptación general

No se presentó diferencia entre los tratamientos tres y cuatro, siendo evaluados con valores de 7 “me gusta moderadamente”. Estos dos presentaron una mayor aceptación a diferencia de los

tratamientos uno y dos. Cabe mencionar que los tratamientos tres y cuatro contienen una mayor sustitución de sacarosa por eritritol en comparación a los primeros dos tratamientos.

Como característica importante, el eritritol puede mejorar la sensación en la boca y puede enmascarar ciertos gustos no deseados como la astringencia y el efecto irritante de algunos edulcorantes intensos (O'Donnell y Kearsley 2012). Dentro del sector de la alimentación, el eritritol se utiliza principalmente como edulcorante para equilibrar el producto terminado con respecto a sus características sensoriales, como sabor, color y viscosidad. Por lo tanto, el eritritol se puede utilizar para producir alternativas sin azúcar agregada, con contenido reducido de azúcar o sin azúcar. El eritritol como sustituto del azúcar se puede encontrar como edulcorante de mesa, en bebidas, chicles, chocolate, caramelos y productos de panadería (Cock *et al.* 2016).

Cuadro 3

Resultados de la evaluación sensorial de aceptación de los tratamientos de bebida láctea.

Atributo	TR1	TR2	TR3	TR4	CV (%)
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.	
Color ^{NS}	6.68 ± 1.64	6.81 ± 1.28	7.00 ± 1.43	7.00 ± 1.52	21.32
Apariencia ^{NS}	6.66 ± 1.77	6.90 ± 1.48	7.10 ± 1.50	6.88 ± 1.62	22.93
Olor	6.55 ± 1.66 ^b	6.71 ± 1.50 ^b	6.85 ± 1.38 ^{ab}	7.35 ± 1.48 ^a	22.07
Sabor	5.88 ± 2.16 ^c	6.88 ± 1.67 ^b	7.26 ± 1.51 ^{ab}	7.55 ± 1.32 ^a	24.59
Dulzura	6.20 ± 1.86 ^b	6.60 ± 1.93 ^b	7.35 ± 1.62 ^a	7.56 ± 1.26 ^a	24.41
Viscosidad	6.31 ± 1.70 ^b	6.78 ± 1.57 ^{ab}	6.88 ± 1.73 ^{ab}	7.01 ± 1.52 ^a	24.29
Aceptación general	6.15 ± 1.75 ^c	6.95 ± 1.17 ^b	7.45 ± 1.11 ^a	7.50 ± 1.25 ^a	19.18

Nota. ^{a b c}: Medias con letras minúsculas diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre los tratamientos para cada población (P < 0.05).

TR1: 100% sacarosa.

TR2: 30% eritritol.

TR3: 70% eritritol.

TR4: 100% eritritol.

NS: Sin diferencia significativa.

CV (%): Coeficiente de Variación.

D.E: Desviación Estándar.

Escala hedónica de 9 puntos donde 1: Me disgusta extremadamente; 5: Ni me gusta/Ni me disgusta; 9: Me gusta extremadamente.

Prueba de preferencia

Mediante la Prueba de Basker se identificaron los tratamientos preferidos. De acuerdo con la Tabla de Basker, al contar con 60 panelistas y cuatro tratamientos, el valor crítico para esta prueba es de 36.3. Partiendo del valor crítico, se identificaron los tratamientos tres y cuatro diferente al tratamiento uno (control) y dos porque sus valores absolutos fueron mayores a 36.3, siendo los tratamientos tres y cuatro los preferidos, sin presentar diferencia estadística entre ellos.

Laguna y colaboradores (2013), compartieron resultados diferentes en donde los tratamientos con mayor porcentaje de eritritol fueron los menos aceptados por los panelistas. Sin embargo, entendiendo que la población siempre escogerá bebidas azucaradas sobre bebidas baja en azúcar; Beckert (2002), presentó resultados en donde los tratamientos con mayor contenido de eritritol mostraron un aumento significativo de la sensación en la boca y disminución de la astringencia y el amargor.

Por consiguiente, como no hubo diferencia significativa entre los tratamientos tres y cuatro (Cuadro 4) se tomó solamente en consideración el último tratamiento, debido a que su sustitución en azúcar por eritritol fue completa. Según la Tabla de Composición de Alimentos INCAP (2012), 100 gramos de azúcar blanca granulada aportan 384 kcal, mientras que el eritritol aporta 0 kcal. Por lo tanto, debido a que el tratamiento cuatro contiene menos azúcar en su etiqueta nutricional se realizaron los análisis fisicoquímicos al control y al tratamiento con sustitución completa de azúcar por eritritol.

Cuadro 4

Organización de resultados de la prueba de categoría de preferencia Basker con valor crítico de 36.3.

Tratamiento	Suma de categorías	TR1	TR2	TR3	TR4
		187	171	132	110
TR1	187	0	16	55	77
TR2	171	-16	0	39	61
TR3	132	-55	-39	0	22
TR4	110	-77	-61	-22	0

Análisis de Color

Existe diferencia significativa en luminosidad y el valor b entre ambos tratamientos, siendo el color del tratamiento cuatro más oscuro que el tratamiento uno. Resultados similares se presentaron en un estudio de yogur probiótico bebible enriquecido con bebida de almendra (Yilmaz-Ersan y Topcuoglu 2021). Esto es debido a la presencia de almendra en el tratamiento cuatro. El pericarpio

representa de 2.5 a 10% del peso total en nueces. La cáscara tiene una alta capacidad antioxidativa, y es fuente rica en fibra dietética y compuestos fenólicos (Attree *et al.* 2015).

Dentro del perfil fenólico, los flavonoides son los principales causantes en dar la pigmentación café en la cáscara de la almendra. Los principales flavonoides que se encuentran en la almendra, la avellana, el maní y las pieles de pistacho son flavonoles. La quercetina-3-O-rutinósido es el flavonol común que se encuentra en la almendra, la avellana y pistacho (Taş y Gökmen 2017).

La bebida tiende a ser más oscura en comparación al tratamiento uno ya que al contener almendras los flavonoles representan el 68% de los flavonoides en pieles de almendras, y estos causan la pigmentación resultante (Tanner 2016). El Cuadro 5 afirma esta diferencia de luminosidad entre ambos tratamientos evaluados.

Análisis de pH

El Cuadro 5 demuestra que sí existe diferencia estadística entre el tratamiento uno y cuatro. Este resultado se atribuye a las diferencias en cantidades y tipo de ácidos grasos entre ambos tratamientos. El tratamiento cuatro, además de estar formulado con bebida de almendra, también contiene 6.27% de almendra molida.

Según, Richardson y colaboradores (2009), las almendras contienen alrededor de 50% de grasa, del cual más del 91% son grasas mono y polinsaturadas. Los ácidos grasos son cadenas de hidrocarburos de diferentes longitudes y grados de insaturación (dobles enlaces), con un grupo carboxilo en un extremo y un grupo metilo en el otro (Burdge y Calder 2015).

La grasa saturada predomina en la leche, siendo los ácidos grasos de cadena media los que componen la mayoría del perfil lipídico, mientras que las almendras presentan cadenas largas de carbonos (Zou *et al.* 2013). Al ser las cadenas de carbonos de mayor longitud, la saturación de iones de hidrogeno es elevada, causando que el nivel de pH disminuya. La disminución del pH ocurre debido a la concentración de ácidos grasos de cadenas largas lo que incrementa los componentes iónicos; causando que el tratamiento cuatro sea ligeramente más ácido que el tratamiento uno.

Los datos concuerdan con los presentados por Topcuoglu y Ersan (2020). quienes también demostraron cambios considerables en la tasas de caída del pH con el aumento de bebida de almendra en yogur probiótico bebible. De igual forma, ellos prepararon cinco proporciones de leche semidescremada reconstituida con bebida de almendra (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100), donde demostraron que los tratamientos con mayor porcentaje de bebida de almendra presentan una acidez más pronunciada en comparación a los tratamientos con mayor porcentaje de leche.

Cuadro 5

Resultados de los análisis de color, sólidos totales y pH en el control y tratamiento preferido.

Variable	TR1	TR4	CV%	Pr> t
	Media ± D.E.	Media ± D.E.		
L	83.18 ± 0.40	71.96 ± 0.03	7.93	<.0001
a*	5.19 ± 0.31	5.48 ± 0.07	0.39	0.1911
b*	32.54 ± 0.65	28.41 ± 0.11	2.54	0.0004
pH	6.63 ± 0.02	6.39 ± 0.01	2.05	<.0001
ST%	25.80± 0.18	27.61 ± 0.08	3.74	0.0001

Nota. L: Luminosidad.

a*: rojo-verde.

b*: amarillo-azul.

ST: sólidos totales

TR1: 100% azúcar.

TR4: 100% eritritol.

D.E: Desviación Estándar.

CV (%): Coeficiente de Variación.

Análisis de Sólidos Totales

De acuerdo con el Cuadro 5, el tratamiento cuatro presenta más sólidos totales que el tratamiento uno. La presencia de almendra molida en el tratamiento cuatro elevó el porcentaje de sólidos totales significativamente en comparación al control. De igual forma, aumentando la concentración de sólidos totales el pH del tratamiento cuatro fue levemente más ácido en comparación al tratamiento uno.

Observaciones similares fueron presentadas en el efecto de incremento de sólidos totales por Mahdian y Tehrani (2007) y Anema (2009). Basado en sus investigaciones, el pH disminuyó a medida que aumentaba la concentración de sólidos en la leche. Se estudió el efecto de aumentar los sólidos totales de la leche a cuatro niveles (14, 18, 23 y 27%) en yogur bebible, en donde se presentó disminución de pH con el aumento en la concentración de sólidos totales.

Análisis de Viscosidad

El tratamiento cuatro es menos viscoso que el tratamiento uno de acuerdo con el Cuadro 6, en donde las cinco velocidades evaluadas presentaron mayor viscosidad en el tratamiento uno (Anexo C). Principalmente debido a la diferencia en los ingredientes presentes en las formulaciones de los tratamientos, siendo que el tratamiento uno contiene leche condensada y el tratamiento cuatro, leche evaporada.

Según la tabla de viscosidad (FLUX), la leche evaporada tiene 40 mPas en viscosidad, mientras que la leche condensada tiene 6100 mPas a temperatura ambiente (Anexo B). Otro factor influyente es la diferencia porcentual de ácidos grasos entre la leche y la bebida de almendra; en la que el control contiene leche semidescremada y el tratamiento preferido análogo de leche. La conformación de la grasa láctea proveniente de bovino contiene alrededor de 60 -70% de ácidos grasos saturados siendo la mayor parte de cadena mediana, entre ellos se puede mencionar el ácido láurico, ácido mirístico y ácido palmítico (Månsson 2008).

En cambio, el perfil lipídico de la bebida de almendra está compuesta en su mayoría por grasa insaturada. De importancia nutricional es el dominio de oleico, un ácido graso monoinsaturado, y linoleico, un ácido graso polinsaturado esencial, que juntos representan más del 91% del total de los lípidos (Sathe *et al.* 2008).

Cuadro 6

Viscosidad en mPas del control y tratamiento preferido.

Velocidad (Rpm)	TR1	TR4	Pr> t
	Media (mPas) ± D.E	Media (mPas) ± D.E	
2	276 ± 4.48	85.60 ± 7.17	<.0001
4	182.9 ± 2.61	47.72 ± 1.28	<.0001
6	121.4 ± 1.57	33.38 ± 1.04	<.0001
8	112.3 ± 1.10	30.65 ± 1.69	<.0001
10	91.56 ± 1	26.49 ± 0.91	<.0001

Nota. Rpm: Revoluciones por minuto. TR1: azúcar 100%. TR4: eritritol 100%. D.E: Desviación Estándar.

Las grasas saturadas son sólidas a temperatura ambiente debido a su forma molecular. Estas tienen una estructura en forma de cadena de un solo enlace que les permite apilarse muy bien formando un sólido a temperatura ambiente (Burdge y Calder 2015). Por otra parte, las grasas insaturadas no son lineales debido a los carbonos de doble enlace, lo que da como resultado una forma molecular diferente es su estructura, o sea, una ligera curva que inhibe que sea lineal.

Este cambio en la estructura hará que las moléculas de grasa no se apilen muy bien dando como resultado grasas que son líquidas a temperatura ambiente, por lo que el tratamiento uno fue más viscoso que el tratamiento cuatro (Orsavova *et al.* 2015). Los datos son similares a los demostrados por Foylan y colaboradores (2019), quienes también observaron aumento de viscosidad en aceites con bajo grado de insaturaciones debido a presencia de ácidos grasos saturados de cadena mediana.

Análisis de Perfil de Azúcares

El análisis de perfil de azúcares en HPLC presentó reducción de sacarosa en el tratamiento cuatro, por lo que la concentración de azúcar se redujo 54% en comparación al tratamiento uno (Anexo D); cumpliendo la norma para productos light según el Anexo E del RTCA (2014) (Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional). No se presentaron resultados de azúcares reductores, además de la sacarosa; picos de glucosa, fructosa, galactosa, maltosa, y lactosa no fueron observados. El Cuadro 7 demuestra que en 100 mililitros del tratamiento cuatro se presentan 5.49

mililitros de azúcar, proveniente del análogo de leche, mientras que en 100 mililitros del tratamiento uno se encuentran 12.10 mililitros de sacarosa.

Resultados similares observaron Overduin *et al.* (2016), en donde se presentó una reducción del 25% de sacarosa en un tratamiento con composición de 8% eritritol y 2% azúcar, y la reformulación completa con eritritol en el tratamiento cuatro reduce la cantidad de sacarosa y kilocalorías debido a que el poliol eritritol no aporta energía. De acuerdo con la legislación americana (FDA) el eritritol aporta 0 kcal/g, debido a que este es absorbido rápidamente por el intestino delgado y desechado sin metabolizarlo a través de la orina en menos de 24 horas.

Cuadro 7

Porcentajes de sacarosa del tratamiento uno y cuatro.

Variable	TR1	TR4	Pr> t
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	
Azúcar %	12.10 ± 1.10	5.49 ± 0.10	0.0138
CV%	9.1	2.03	

Además de reducir la cantidad de azúcar y energía, se presentó reducción en grasas saturadas en el tratamiento cuatro como se observa en el Cuadro 8 y 9. Asimismo, el tratamiento cuatro (Anexo G) contiene más fibra debido a la almendra en su formulación. Por último, el nivel de colesterol fue reducido, al igual de las grasas saturadas, azúcar y energía.

Cuadro 8

Cantidad de nutrientes por porción (250 mL) del tratamiento uno y cuatro.

Tratamiento	Kcal	CHO(g)	Prot(g)	GT(g)	GS(g)	Col(mg)	Fibra(g)	Sodio(mg)	Azúcar(g)
TR1	280	46	9	7	4	30	0	178	20
TR4	210	14	7	12	2	10	3	212	11

Nota. TR1: 100% azúcar. TR4: 100% eritritol.

Cuadro 9

Porcentaje de valor diario por porción (250mL) del tratamiento uno y cuatro.

Tratamiento	Kcal	CHO	Prot	GT	GS	Col	Fibra	Sodio	Azúcar
TR1	14%	15%	18%	11%	22%	9%	0%	9%	41%
TR4	11%	5%	13%	19%	11%	3%	10%	1%1	22%

Nota. TR1: 100% azúcar. TR4: 100% eritritol.

Conclusiones

El uso de eritritol mejora la aceptación general del alimento evaluado a medida aumenta la proporción de este.

Sustituir totalmente el azúcar por eritritol en la formulación representa una viscosidad menor, luminosidad más oscura y un pH levemente ácido en comparación a una formulación con diferentes porcentajes de sacarosa.

La sustitución total de azúcar por eritritol mejora las condiciones de los nutrientes esenciales descritos en el Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional, en el tratamiento evaluado, siendo considerado como un alimento funcional.

Recomendaciones

Realizar análisis en perfil de ácidos grasos al tratamiento control y preferido para comparar el contenido de grasas saturadas e insaturadas entre ellos y el impacto que tienen sobre los niveles de colesterol.

Evaluar el uso de eritritol en diversos alimentos de acuerdo con sus beneficios y similitud para sustituir la sacarosa.

Efectuar un análisis de costos para determinar la factibilidad económica de ambos tratamientos.

Referencias

- Anema SG. 2009. Effect of milk solids concentration on the pH, soluble calcium and soluble phosphate levels of milk during heating. *Dairy Science and Technology*. 89(5):501–510. doi:10.1051/dst/2009026.
- Arteaga L A. 2012. El sobrepeso y la obesidad como un problema de salud. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 23(2):145–153. doi:10.1016/S0716-8640(12)70291-2.
- Attree R, Du B, Xu B. 2015. Distribution of phenolic compounds in seed coat and cotyledon, and their contribution to antioxidant capacities of red and black seed coat peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Industrial Crops and Products*. 67:448–456. doi:10.1016/j.indcrop.2015.01.080.
- Berridge KC, Kringelbach ML. 2008. Affective neuroscience of pleasure: reward in humans and animals. *Psychopharmacology (Berl)*. 199(3):457–480. eng. doi:10.1007/s00213-008-1099-6.
- Boesten D, Hartog G, Cock P, Bosscher D, Bonnema A, Bast A. 2015. Health effects of erythritol. *Nutrafoods*. 14(1):3–9. doi:10.1007/s13749-014-0067-5.
- Bourne MC. 2002. Food texture and viscosity: Concept and measurement. 2nd ed. San Diego: Academic Press. xvii, 427 (Food science and technology international series). ISBN: 0121190625.
- Brandenstein CVS, Busch-Stockfisch M, Fischer M. 2015. Sweetness and other sensory properties of model fruit drinks: Does viscosity have an impact? *J Sci Food Agric*. 95(4):809–818. eng. doi:10.1002/jsfa.6907.
- Buonopane GJ, Kilara A, Smith JS, McCarthy RD. 1992. Effect of skim milk supplementation on blood cholesterol concentration, blood pressure, and triglycerides in a free-living human population. *J Am Coll Nutr*. 11(1):56–67. eng. doi:10.1080/07315724.1992.10718197.
- Burdge GC, Calder PC. 2015. Introduction to fatty acids and lipids. *World Rev Nutr Diet*. 112:1–16. eng. doi:10.1159/000365423.
- Buttriss JL. 2020. Why food reformulation and innovation are key to a healthier and more sustainable diet. *Nutrition Bulletin*. 45(3):244–252. doi:10.1111/nbu.12455.
- Cock P de, Bechert C-L. 2002. Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages. *Pure and Applied Chemistry*. 74(7):1281–1289. doi:10.1351/pac200274071281.
- Cock P de, Mäkinen K, Honkala E, Saag M, Kennepohl E, Eapen A. 2016. Erythritol Is More Effective Than Xylitol and Sorbitol in Managing Oral Health Endpoints. *Int J Dent*. 2016:1–15. eng. doi:10.1155/2016/9868421.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [CELAC] Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños. 2020. Seguridad alimentaria bajo la pandemia de

- COVID-19. Santiago, Chile: FAO. ISBN: 978-92-5-132565-0; [consultado el 16 de may. de 2021]. <http://www.fao.org/3/ca8873es/CA8873ES.pdf>.
- Fisberg M, Kovalskys I, Gómez G, Rigotti A, Sanabria LYC, García MCY, Torres RGP, Herrera-Cuenca M, Zimberg IZ, Koletzko B, et al. 2018. Total and Added Sugar Intake: Assessment in Eight Latin American Countries. *Nutrients*. 10(4). eng. doi:10.3390/nu10040389.
- FLUX. [consultado el 13 de jun. de 2021]. Eccentric worm-drive pumps. Estados Unidos: Flux Pumps Corporation. <http://www.fluxcrg.com/media/47625/flux-high-viscosity-pump-brochure-us-1118.pdf>.
- Folayan AJ, Anawe PAL, Aladejare AE, Ayeni AO. 2019. Experimental investigation of the effect of fatty acids configuration, chain length, branching and degree of unsaturation on biodiesel fuel properties obtained from lauric oils, high-oleic and high-linoleic vegetable oil biomass. *Energy Reports*. 5(2016):793–806. doi:10.1016/j.egy.2019.06.013.
- Forde CG. 2016. Flavor perception and satiation. En: *Flavor*. [sin lugar]: Elsevier. p. 251–276.
- [FSA] Food Standards Agency. 2020. The covid-19 consumer tracker. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.food.gov.uk/research/research-projects/the-covid-19-consumer-research>.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, [OPS] Organización Panamericana de la Salud. 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala: INCAP, OPS. ISBN: 99922-880-2-7. <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimentos.pdf>.
- Laguna L, Primo-Martín C, Salvador A, Sanz T. 2013. Inulin and erythritol as sucrose replacers in short-dough cookies: sensory, fracture, and acoustic properties. *J Food Sci*. 78(5):777-784. eng. doi:10.1111/1750-3841.12119.
- Lin S-D, Hwang C-F, Yeh C-H. 2003. Physical and Sensory Characteristics of Chiffon Cake Prepared with Erythritol as Replacement for Sucrose. *J Food Sci*. 68(6):2107–2110. doi:10.1111/j.1365-2621.2003.tb07027.x.
- Lindley MG. 2012. Natural High-Potency Sweeteners. En: O'Donnell K, Kearsley MW, editores. *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*. 2ª ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. p. 185–207.
- Liria Domínguez MR. 2007. Guía para la evaluación de alimentos. Lima, Perú: AgroSalud.
- Lordan R, Tsoupras A, Mitra B, Zabetakis I. 2018. Dairy fats and cardiovascular disease: do we really need to be concerned. *Foods*. 7(3):2–34. Eng. doi:10.3390/foods7030029.
- Low YQ, Lacy K, Keast R. 2014. The role of sweet taste in satiation and satiety. *Nutrients*. 6(9):3431–3450. eng. doi:10.3390/nu6093431.

- Mahdian E, Tehrani MM. 2007. Evaluation the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of concentrated yogurt. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*; [consultado el 20 de jul. de 2021]. 2(5):587–592. [https://www.idosi.org/aejaes/jaes2\(5\)/20.pdf](https://www.idosi.org/aejaes/jaes2(5)/20.pdf).
- Månsson HL. 2008. Fatty acids in bovine milk fat. *Food Nutr Res*. 52. eng. doi:10.3402/fnr.v52i0.1821.
- Martin C, Schoumacker R, Bourjade D, Thomas-Danguin T, Guichard E, Le Quéré J-L, Laboure H. 2016. Sensory properties linked to fat content and tasting temperature in cottage cheese. *Dairy Science & Technology*. 96(5):735–746. doi:10.1007/s13594-016-0301-6.
- Melton L, Shahidi F, Varelis P. 2019. *Encyclopedia of food chemistry*. Amsterdam: Elsevier. 1 online resource. ISBN: 978-0-12-814045-1.
- Montmayeur J-P. 2009. *Fat Detection: Taste, Texture, and Post Ingestive Effects*. 1ª ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN: 9780429141133.
- Moreno MG. 2012. Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 23(2):124–128. doi:10.1016/S0716-8640(12)70288-2.
- Murray S, Tulloch A, Criscitelli K, Avena NM. 2016. Recent studies of the effects of sugars on brain systems involved in energy balance and reward: Relevance to low calorie sweeteners. *Physiol Behav*. 164(Pt B):504–508. eng. doi:10.1016/j.physbeh.2016.04.004.
- O'Donnell K, Kearsley MW, editores. 2012. *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*. 2ª ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. ISBN: 9781118373941.
- OMS. 2020. Obesity and overweight fact sheet. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2015. Nota informativa sobre la ingesta de azúcares recomendada en la directriz de la OMS para adultos y niños. Suiza: [sin editorial]; [actualizado el 8 de jul. de 2021]. https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugar_intake_information_note_es.pdf.
- OPS. 2019. *Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina*. Washington DC: [sin editorial]. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51523>.
- Orsavova J, Misurcova L, Ambrozova JV, Vicha R, Mlcek J. 2015. Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids. *Int J Mol Sci*. 16(6):12871–12890. eng. doi:10.3390/ijms160612871.
- Overduin J, Collet T-H, Medic N, Henning E, Keogh JM, Forsyth F, Stephenson C, Kanning MW, Ruijschop, Rianne M A J, Farooqi IS, et al. 2016. Failure of sucrose replacement with the non-nutritive sweetener erythritol to alter GLP-1 or PYY release or test meal size in lean or obese people. *Appetite*. 107:596–603. eng. doi:10.1016/j.appet.2016.09.009.

- Qi Q, Chu AY, Kang JH, Jensen MK, Curhan GC, Pasquale LR, Ridker PM, Hunter DJ, Willett WC, Rimm EB, et al. 2012. Sugar-sweetened beverages and genetic risk of obesity. *N Engl J Med.* 367(15):1387–1396. eng. doi:10.1056/NEJMoa1203039.
- Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. RTCA (2014).
- Regnat K, Mach RL, Mach-Aigner AR. 2018. Erythritol as sweetener-wherefrom and whereto. *Appl Microbiol Biotechnol.* 102(2):587–595. eng. doi:10.1007/s00253-017-8654-1.
- Richardson DP, Astrup A, Cocaul A, Ellis P. 2009. The nutritional and health benefits of almonds: A healthy food choice. *Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods.* 6(4):41–50. doi:10.1616/1476-2137.15765.
- Sathe SK, Seeram NP, Kshirsagar HH, Heber D, Lapsley KA. 2008. Fatty acid composition of California grown almonds. *J Food Sci.* 73(9):C607-14. eng. doi:10.1111/j.1750-3841.2008.00936.x.
- Secretaría de Salud. 2011. Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1. México: [sin editorial]. 2011; [actualizado 2011; consultado 28 de mayo de 2021]. <http://dof.gob.mx/normasOficiales/4643/salud/salud.htm>.
- Stanner SA, Spiro A. 2020. Public health rationale for reducing sugar: Strategies and challenges. *Nutr Bull.* 45(3):253–270. doi:10.1111/nbu.12460.
- Tanner D. 2016. Impacts of Storage on Food Quality. En: Reference Module in Food Science. [sin lugar]: Elsevier.
- Taş NG, Gökmen V. 2017. Phenolic compounds in natural and roasted nuts and their skins: A brief review. *Current Opinion in Food Science.* 14:103–109. doi:10.1016/j.cofs.2017.03.001.
- Topcuoglu E, Yilmaz-Ersan L. 2020. Effect of fortification with almond milk on quality characteristics of probiotic yoghurt. *J. Food Process. Preserv.* 44(12):64. doi:10.1111/jfpp.14943.
- Trugo L, Finglas PM. 2003. Encyclopedia of food sciences and nutrition. 2. ed. Amsterdam: Academic Press. LVIII, Seite 4773-5402. ISBN: 978-0-12-227055-0.
- Vatankhah M, Garavand F, Elhamirad A, Yaghbani M. 2015. Influence of sugar replacement by stevioside on physicochemical and sensory properties of biscuit. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods.* 7(3):393–400. doi:10.3920/QAS2014.0396.
- [WHO] World Health Organization. 2017. Taxes on sugary drinks: Why do it? [sin lugar]: World Health Organization; [consultado el 12 de feb. de 2021]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/260253>.

- Yilmaz-Ersan L, Topcuoglu E. 2021. Evaluation of instrumental and sensory measurements using multivariate analysis in probiotic yogurt enriched with almond milk. *Journal of Food Science and Technology*; [consultado el 19 de jun. de 2021]. 1–11. eng. doi:10.1007/s13197-021-04994-w.
- Zou X, Huang J, Jin Q, Guo Z, Liu Y, Cheong L, Xu X, Wang X. 2013. Lipid composition analysis of milk fats from different mammalian species: potential for use as human milk fat substitutes. *J Agric Food Chem*; [consultado el 13 de jun. de 2021]. 61(29):7070–7080. eng. doi:10.1021/jf401452y.
- Zoysa HKS de, Waisundara VY. 2019. The Importance of Food Reformulation in Developing Countries. En: Raikos V, Ranawana V, editores. *Reformulation as a Strategy for Developing Healthier Food Products*. Cham: Springer International Publishing. p. 127–149.

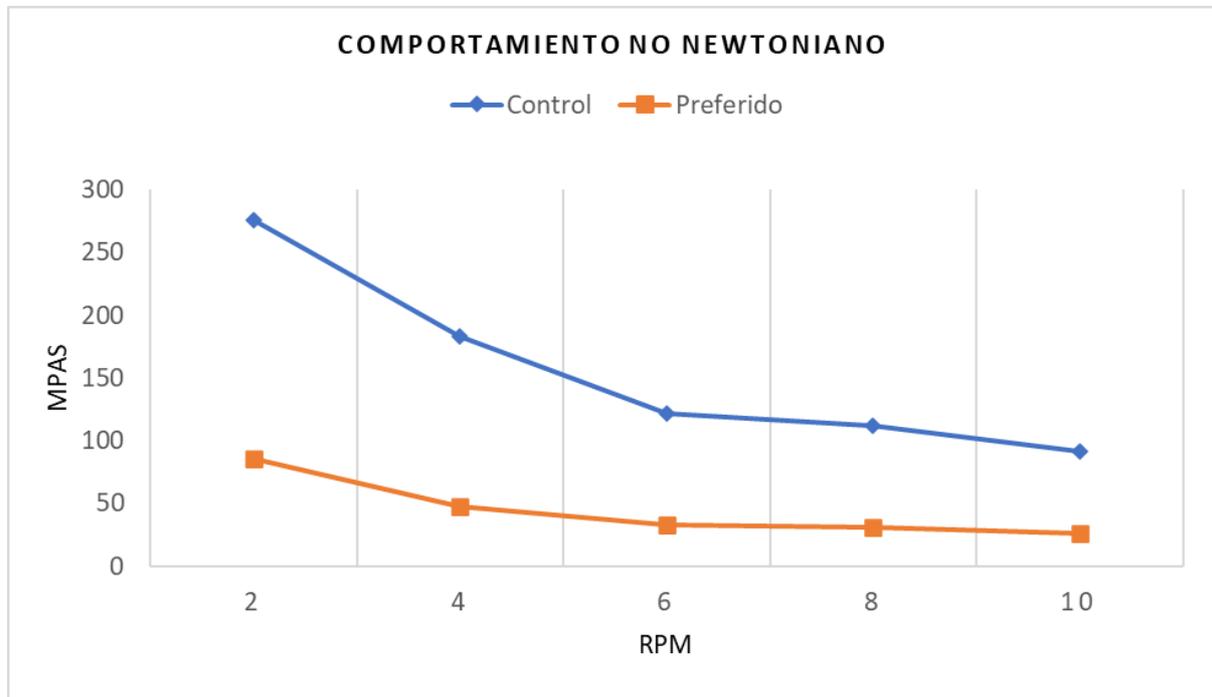
Anexos

Anexo A

Análisis de datos de una prueba de categorías de preferencia Basker.

Panelistas	Tratamientos				Total
	T1	T2	T3	T4	
1	4	2	3	1	10
2	1	3	2	4	10
3	4	2	3	1	10
4	1	4	2	3	10
5	4	3	1	2	10
6	4	2	1	3	10
7	4	3	2	1	10
8	4	3	2	1	10
9	1	4	2	3	10
10	4	2	1	3	10
11	4	3	2	1	10
12	3	4	2	1	10
13	4	2	1	3	10
14	3	2	4	1	10
15	1	2	4	3	10
16	4	1	3	2	10
17	4	2	3	1	10
18	3	4	1	2	10
19	4	3	1	2	10
20	4	3	1	2	10
21	1	2	3	4	10
22	2	4	3	1	10
23	4	3	1	2	10
24	1	4	3	2	10
25	4	3	2	1	10
26	4	2	3	1	10
27	4	3	2	1	10
28	3	2	1	4	10
29	3	4	2	1	10
30	3	4	2	1	10
31	4	2	3	1	10
32	4	3	1	2	10
33	4	2	1	3	10
34	4	3	2	1	10

Panelistas	Tratamientos				Total
	T1	T2	T3	T4	
35	3	4	2	1	10
36	3	4	2	1	10
37	4	3	2	1	10
38	1	4	3	2	10
39	4	3	1	2	10
40	4	3	2	1	10
41	4	3	2	1	10
42	4	3	2	1	10
43	4	3	2	1	10
44	1	4	2	3	10
45	4	3	2	1	10
46	1	4	3	2	10
47	3	2	4	1	10
48	4	3	2	1	10
49	1	2	4	3	10
50	1	3	4	2	10
51	2	3	1	4	10
52	3	1	2	4	10
53	4	2	1	3	10
54	3	4	1	2	10
55	4	3	2	1	10
56	2	4	3	1	10
57	4	2	3	1	10
58	1	2	4	3	10
59	4	2	3	1	10
60	4	2	3	1	10
Total	187	171	132	110	600

Anexo B*Viscosidad entre velocidades.*

Anexo C

Coeficiente de variación de viscosidad entre velocidades.

RPM	2	4	6	8	10
TR1	1.62%	1.42%	1.29%	0.98%	1.09%
TR4	8.37%	1.5%	3.12%	5.54%	3.45%

Nota. RPM: Revoluciones por minuto. TR1: 100% azúcar. TR4: 100% eritritol.

Anexo D

Etiquetado nutricional de tratamiento uno.

Ingrediente	Cantidad	Kcal	CHO	Prot	Grasas totales	Colesterol	Fibra	Sodio	Azúcar	Grasas saturadas
Leche semidescremada	1100	550	51	36	22	88	0	451	N/A	14
Leche condensada	190	610	103	15	17	65	0	241	82	10
Azúcar	65	250	64	0	0	0	N/A	0	33	0
Flan	40	152	37	0	0	0	0	302	N/A	0
Nuez moscada	3	16	1	0	1	0	1	0	N/A	1
Total	1398	1577	258	52	39	153	1	994	114	25
Porción: 250 mL	250	282	46	9	7	27	0	178	20	4
%VD por porción		14	15	18	11	9	1	9	41	22

Anexo E

Etiquetado nutricional de tratamiento dos.

Ingrediente	Cantidad	Kcal	CHO	Prot	Grasas totales	Colesterol	Fibra	Sodio	Azúcar	Grasas saturadas
Bebida de almendra	1100.0	412.5	11.0	5.5	11.0	0.0	5.5	825.0	68.8	0.0
Leche evaporada	190.0	254.6	19.1	14.4	14.4	55.1	0.0	201.4	N/A	8.7
Azúcar	115.0	441.6	114.0	0.0	0.0	0.0	N/A	0.0	57.5	0.0
Almendra	100.0	581.0	19.9	21.9	50.6	0.0	10.4	28.0	N/A	3.9
Flan	40.0	151.6	37.3	0.1	0.2	0.0	0.2	301.6	N/A	0.0
Nuez moscada	3.0	15.8	1.5	0.2	1.1	0.0	0.6	0.5	N/A	0.8
Eritritol	50.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	1598.0	1857.1	202.8	42.1	77.2	55.1	16.8	1356.5	126.3	13.4
Porción: 250	250.0	290.5	31.7	6.6	12.1	8.6	2.6	212.2	19.8	2.1
%VD por porción		15	11	13	19	3	10	11	40	11

Anexo F

Etiquetado nutricional del tratamiento tres.

Ingrediente	Cantidad	Kcal	CHO	Prot	Grasas totales	Colesterol	Fibra	Sodio	Azúcar	Grasas saturadas
Bebida de almendra	1100.0	412.5	11.0	5.5	11.0	0.0	5.5	825.0	68.8	0.0
Leche evaporada	190.0	254.6	19.1	14.4	14.4	55.1	0.0	201.4	N/A	8.7
Azúcar	50.0	192.0	49.6	0.0	0.0	0.0	N/A	0.0	25.0	0.0
Almendra	100.0	581.0	19.9	21.9	50.6	0.0	10.4	28.0	N/A	3.9
Flan	40.0	151.6	37.3	0.1	0.2	0.0	0.2	301.6	N/A	0.0
Nuez moscada	3.0	15.8	1.5	0.2	1.1	0.0	0.6	0.5	N/A	0.8
Eritritol	115.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	1598.0	1607.5	138.4	42.1	77.2	55.1	16.8	1356.5	93.8	13.4
Porción: 250	250.0	251.5	21.6	6.6	12.1	8.6	2.6	212.2	14.7	2.1
%VD por porción		13	7	13	19	3	10	11	29	11

Anexo G

Etiquetado nutricional de tratamiento cuatro.

Ingrediente	Cantidad	Kcal	CHO	Prot	Grasas totales	Colesterol	Fibra	Sodio	Azúcar	Grasas saturadas
Bebida de almendra	1100.0	412.5	11.0	5.5	11.0	0.0	5.5	825.0	68.8	0.0
Leche evaporada	190.0	254.6	19.1	14.4	14.4	55.1	0.0	201.4	N/A	8.7
Azúcar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	N/A	0.0	0.0	0.0
Almendra molida	100.0	581.0	19.9	21.9	50.6	0.0	10.4	28.0	N/A	3.9
Flan	40.0	151.6	37.3	0.1	0.2	0.0	0.2	301.6	N/A	0.0
Nuez moscada	3.0	15.8	1.5	0.2	1.1	0.0	0.6	0.5	N/A	0.8
Eritritol	165.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	1598.0	1415.5	88.8	42.1	77.2	55.1	16.8	1356.5	68.8	13.4
Porción: 250	250.0	221.4	13.9	6.6	12.1	8.6	2.6	212.2	10.8	2.1
%VD por porción		11	5	13	19	3	10	11	22	11