

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



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto del uso de edulcorantes y cúrcuma en propiedades
fisicoquímicas y sensoriales del yogur natural**

Estudiante

Pablo Andres Carrillo Pinoargote

Asesores

Blanca Carolina Valladares, M.Sc.

Luis Fernando Osorio, Ph.D.

Honduras, noviembre 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 del Estudio.....	13
Preparación de los Tratamientos.....	13
Análisis Físico - Químico.....	15
Análisis de pH.....	15
Análisis de Color.....	15
Análisis de Viscosidad	15
Análisis Sensorial.....	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	16
Resultados y Discusión.....	17
Análisis de pH.....	17
Análisis de Color.....	17
Análisis de Viscosidad	19
Análisis Sensorial.....	21
Conclusiones	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29

Abdeldaiem MH. 2013. Use of yellow pigment extracted from turmeric (<i>Curcuma longa</i>) rhizomes powder as natural food preservative and colorant. Food Science and Quality Management; [consultado el 13 de sep. de 2021]. 22:56–68. https://core.ac.uk/download/pdf/234683731.pdf	29
Anexos.....	34
Anexo A Probabilidades estadísticas de los análisis físicos químicos	34

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Formulación para la preparación de tratamientos de yogur natural con adición de cúrcuma y edulcorantes (Miel y azúcar)	13
Cuadro 2	Descripción de tratamientos de yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.....	16
Cuadro 3	Resultados análisis químico: pH del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes	17
Cuadro 4	Resultados análisis físico de color: valor L del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.	18
Cuadro 5	Resultados análisis físico de color: valor a* y b* del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.	19
Cuadro 6	Resultados análisis físico: Viscosidad del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.	20
Cuadro 7	Resultados análisis sensorial afectivo: Aceptación de la apariencia y color del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.....	22
Cuadro 8	Resultados análisis sensorial afectivo: Aceptación del aroma de yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.....	23
Cuadro 9	Resultados análisis sensorial afectivo: Aceptación de la viscosidad de yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.....	23
Cuadro 10	Resultados análisis sensorial afectivo: Aceptación del sabor y dulzura del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.....	24
Cuadro 11	Análisis sensorial afectivo: Aceptación general del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes	25
Cuadro 12	Análisis de correlación entre atributos sensoriales y la aceptación general del yogur natural	26

Índice de Figura

Figura 1 Flujo de proceso adaptado al procesamiento de la planta de lácteos para yogur natural con edulcorantes y cúrcuma.....	14
--	----

Índice de Anexos

Anexo A Probabilidades estadísticas de los análisis físicos químicos	34
Anexo B Probabilidades estadísticas de los análisis sensoriales.....	35
Anexo C Coeficiente de correlación de Pearson	36

Resumen

El yogur es un producto que provee beneficios nutricionales al consumidor, por lo que, ha ganado popularidad en los últimos años y el consumo ha aumentado por ser considerado un alimento con alto valor nutricional. El yogur es consumido tanto por niños como por adultos, por lo que, se ha convertido en uno de los alimentos con mayor demanda por diversas familias alrededor del mundo. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios físicos químicos y sensoriales por la adición de *cúrcuma longa* y edulcorantes en el yogur natural. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial 2×2 teniendo como factores los edulcorantes y la cúrcuma obteniéndose cuatro tratamientos. A cada unidad experimental se le realizó análisis físicoquímicos (pH, color, viscosidad) y un análisis sensorial afectivo, mediante una prueba de aceptación (atributos de apariencia, color, aroma, viscosidad, sabor, dulzura y aceptación general). Se concluyó que la adición de diferentes edulcorantes no afectó las propiedades físicoquímicas ni las propiedades sensoriales del yogur natural. La adición de cúrcuma provocó un aumento en el valor de pH, aumentó los parámetros de la luminosidad, coloración rojiza y coloración amarilla pero disminuyó la viscosidad del yogur. La adición de cúrcuma disminuyó la aceptación del color, apariencia, aroma, sabor, dulzura y aceptación general del yogur natural. Se recomienda diluir la cúrcuma en metanol para obtener extractos de cúrcuma y así evaluar de mejor manera los efectos de la cúrcuma sobre el yogur natural.

Palabras clave: Aceptación, color, pH, viscosidad.

Abstract

Yogurt is a product that provides nutritional benefits, it has gained popularity in recent years and consumption has increased due to its high nutritional value. Due to the popularity and attributes of yogurt, it is consumed by both children and adults, therefore, it has become one of the most consumed foods in the diets of various families around the world. The objective of this study was to evaluate the physical, chemical, and sensory changes of the addition of turmeric longa and sweeteners in natural yogurt. A Randomized Complete Blocks (RCB) design was used with a 2 × 2 factorial arrangement with sweeteners and turmeric as factors. Each experimental unit underwent physicochemical analysis (pH, color, viscosity) and an affective sensory analysis by means of an acceptance test (attributes of appearance, color, aroma, viscosity, flavor, sweetness, and general acceptance). It was concluded that treatments with the addition of sweeteners did not affect the physicochemical properties or sensory properties of yogurt. Turmeric treatments increased the pH, increased the parameters of brightness, reddish coloration, and yellow coloration, and decreased the viscosity. Affective sensory analysis showed that addition of turmeric in the treatments caused a decrease in the acceptance of the sensory attributes of plain yogurt. It is recommended to evaluate lower concentrations of turmeric than those used in the study to know if it affects market acceptance.

Keywords: Acceptance, color, pH, viscosity.

Introducción

Los productos lácteos proveen beneficios nutricionales al consumidor y la implementación de diversos procesos de conservación en la industria facilitan su acceso sin descuidar el aseguramiento de la inocuidad alimentaria. Según Chávez (2013), el yogur es un producto que ha ganado popularidad en los últimos años y su demanda está en aumento por su alto valor nutricional y propiedades terapéuticas. Espinoza y Zapata (2010) describen que, debido a la popularidad y atributos del yogur, se consume tanto por niños como por adultos, por lo que se ha convertido en uno de los alimentos con mayor demanda por diversas familias alrededor del mundo.

El yogur es una leche fermentada tradicional, obtenida por fermentación láctica de leche pasteurizada mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (FAO y OMS 2003). Desde el punto de vista nutricional, el yogur presenta ventajas sobre otros productos lácteos debido a su alta digestibilidad, fuente rica en proteínas, vitaminas y de minerales como calcio, fósforo, potasio (Infosalus 2019). El yogur en la industria alimentaria ha sido versátil en producción siendo una fuente de innovación constante en la creación de nuevos sabores y texturas o la incorporación de ingredientes de origen no lácteo como cereales, semillas, fibras, extractos vegetales o endulzantes (Carvalho 2020). En la actualidad, el yogur es reconocido como un alimento saludable, que incluso puede mejorar la flora intestinal y prevenir infecciones por *Helicobacter pylori* (FAO 2006).

Con el fin de mejorar las propiedades nutricionales del yogur la industria adiciona productos naturales como es el uso de edulcorantes y ejemplo de ello es el uso de la miel de abeja o la inclusión de productos como la cúrcuma para así atender nuevos segmentos de mercado al ofrecer un alimento potencialmente funcional. La cúrcuma es una especia obtenida del rizoma de la planta *cúrcuma longa* y es comúnmente usada en dietas para el consumo humano, en el cuidado de la piel, empleándolo en mascarillas faciales y para promover el cuidado de la salud previniendo enfermedades como la diabetes, artritis, sinusitis, entre otras (Vijaykumar y Lokesh 2004).

La cúrcuma tiene pigmento de color amarillo llamado curcumina y según Sharma et al. (2004), el consumo de cúrcuma debe mantener una dosis de ingesta diaria aproximada de 3.6 gramos para obtener beneficios en la salud, apoyando el sistema inmune, aliviando dolores, entre otros. La cúrcuma es considerada un agente antioxidante, ya que su estructura química permite depurar el óxido nítrico radial, el que contribuye a la oxidación de lípidos y proteínas (Sreejeyan y Rao 1997). La cúrcuma es usada en la medicina tradicional, pues se considera que ayuda a contrarrestar procesos inflamatorios, sin embargo, este producto se puede usar en la industria como pigmento y preservante natural. Una de las características de este producto es el ligero sabor amargo que puede provocar en los alimentos y para disminuir este sabor se puede emplear edulcorantes naturales o artificiales para mejorar las características sensoriales (Man-Ying Chan et al. 2005).

El azúcar es el edulcorante más común en la industria de alimentos y según Colonna et al. (2000), es un producto que se obtiene principalmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) o de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*). La principal función de la azúcar en los productos alimentarios es proporcionar dulzor y energía, además, en algunos alimentos cumple la función de conservación o promover la fermentación (Zaitoun et al. 2018). Actualmente se reporta que el alto consumo de azúcar conduce a enfermedades como la obesidad, las enfermedades cardiovasculares y la diabetes de tipo 2, por lo que las organizaciones alimentarias emitieron instrucciones estrictas sobre la determinación de la ingesta de azúcar en las dietas. Existen varias fuentes de edulcorantes alternativos como la miel, el jarabe de maíz, entre otros (Hu 2013).

La miel de abeja es considerada un edulcorante natural y las abejas la producen a partir de una mezcla de compuestos naturales que recogen de las flores para luego transformarlos y combinarlos con otras sustancias como las enzimas que se encuentran en su saliva (FAO y OMS 1981). La miel también es reconocida por su alto valor energético (Schenke et al. 2016) por contener antioxidantes naturales (Flavonoides, fenólicos y carotenoides) y ácidos orgánicos que le confieren características sensoriales únicas (Sousa et al. 2016). Se reconoce la propiedad antibacteriana de la

miel por su osmolaridad, por el bajo contenido de agua, bajo pH, la presencia de peróxido de hidrogeno y algunos componentes fitoquímicos que se atribuyen a los néctares obtenidos recolectados de diferentes plantas (Becerra et al. 2016).

Debido a la falta de información del uso de la cúrcuma y miel como ingredientes en yogur natural, se implementó un proyecto de investigación para el desarrollo de un alimento potencialmente funcional, el cual tuvo como objetivos: evaluar el efecto del edulcorante en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogur natural, y determinar el efecto de la cúrcuma en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogur natural.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras; los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), mientras que el análisis sensorial se efectuó en el Laboratorio de Análisis Sensorial. La preparación de los tratamientos se realizó en la Planta de Innovación de Alimentos y en la Planta de Lácteos de Zamorano.

Preparación de los Tratamientos

Para la elaboración de los tratamientos con azúcar, se utilizó como base la formulación actual de yogur natural de la Planta de Lácteos de Zamorano, a la cual, solo se le agregó cúrcuma en polvo como ingrediente adicional a la formulación actual (Cuadro 1).

Cuadro 1

Formulación para la preparación de tratamientos de yogur natural con adición de cúrcuma y edulcorantes (Miel y azúcar).

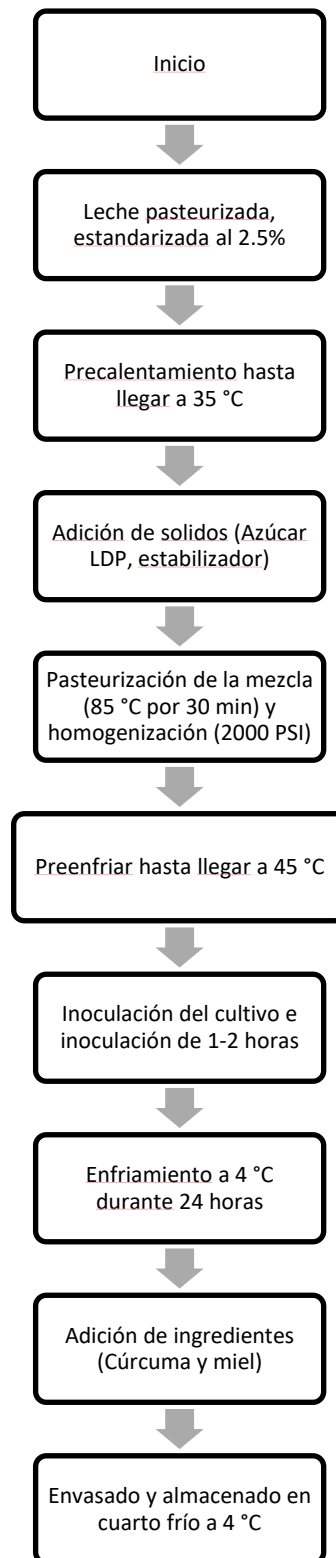
Tratamiento	Yogur	Edulcorante	Cúrcuma
Yogur natural con azúcar y sin cúrcuma	94.69	5.31	0
Yogur natural con azúcar y con cúrcuma	94.46	5.31	0.23
Yogur natural con miel y sin cúrcuma	95.17	4.83	0
Yogur natural con miel y con cúrcuma	94.94	4.83	0.23

Nota. Los valores asignados se encuentran en porcentaje (%).

Se elaboró un flujo de proceso para preparación de yogur tomando como base el usado en la Planta de Lácteos de Zamorano (Figura 1), en donde se incluyó una nueva etapa para la adición de miel y cúrcuma a cada tratamiento en el proceso.

Figura 1

Flujo de proceso adaptado al procesamiento de la planta de lácteos para yogur natural con edulcorantes y cúrcuma.



Análisis Físico - Químico

Los análisis de color, pH y viscosidad fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

Análisis de pH

Para la medición del pH se tomó aproximadamente 50 g de cada tratamiento de yogur, este proceso se realizó por triplicado. Se utilizó el método estándar AOAC 981.12 y se utilizó el potenciómetro HM digital PH-200 calibrado con soluciones buffer de 4 y 7 respectivamente.

Análisis de Color

Para la medición del color se utilizó 10 mL de cada tratamiento y para la medición se utilizó el Colorflex Hunterlab que analizó los valores L, a* y b*. Los valores que se obtuvieron del análisis describen los colores en tres ejes de coordenadas, el valor L nos ayudó a determinar la claridad u oscuridad en escala de 0 a 100, siendo 0 color negro y 100 color blanco. El valor a* nos ayudó a determinar los colores del verde al rojo, en escala que va de -60 a 60, donde a*(-) es color verde y a*(+) es color rojo. El valor b* nos ayudó a determinar los colores del azul al amarillo en escala que va de -60 a 60, en donde b*(-) es color azul y b*(+) es de color amarillo.

Análisis de Viscosidad

Para la medición de la viscosidad se utilizó 500 mL de la muestra en un vaso de precipitación, el equipo que se utilizó la medición es Reómetro de Brookfield DV-III Ultra V6.1 LV spindle LV5. Este proceso se realizó por triplicado a una temperatura promedio de 5 °C a 30 RPM cada 50 segundos.

Análisis Sensorial

Se realizó un análisis sensorial afectivo y se aplicó una prueba de aceptación con un panel no entrenado de 60 estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano que consumen yogur natural. Esta prueba se la realizó con el fin de evaluar los atributos de: apariencia, color, aroma, viscosidad, sabor, dulzura y aceptación general utilizando una escala hedónica de siete puntos, siendo 1 me disgusta extremadamente y 7 me gusta extremadamente.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial 2×2 , evaluando el tipo de edulcorante y el uso de cúrcuma, 16 obteniéndose cuatro tratamientos (Cuadro 2), los cuales, tuvieron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Los análisis estadísticos se realizaron a través de un análisis de varianza y separación de medias DUNCAN para los factores generales y LSMEANS para las interacciones ($P < 0.05$), utilizándose el programa SAS® versión 9.4 (*Statistical Analysis System*).

Cuadro 2

Descripción de tratamientos de yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Tratamiento	Edulcorante	Cúrcuma
1	Con azúcar	Sin cúrcuma
2	Con azúcar	Con cúrcuma
3	Con miel	Sin cúrcuma
4	Con miel	Con cúrcuma

Resultados y Discusión

Análisis de pH

De acuerdo con el Cuadro 3, existió diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en valor de pH, se encontró que existió interacción entre los factores ($P < 0.0201$) sin poder establecer cuál fue el factor que más afectó en los tratamientos. El tratamiento con azúcar y con cúrcuma aumentó el valor de pH del yogur natural, esto pudo relacionarse con la adición de cúrcuma en el tratamiento ya que la cúrcuma tiene un valor de pH entre 7.0-7.4 (Lee et al. 2013), mientras que el tratamiento con miel y sin cúrcuma disminuyó el valor entre los tratamientos, esto pudo relacionarse con la adición de miel pues tiene un valor de pH entre 3.4 a 3.9 (Sereia et al. 2017).

Cuadro 3

Resultados análisis químico: pH del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Media \pm D. E
Con azúcar	Sin cúrcuma	4.48 \pm 0.015 ^C
Con azúcar	Con cúrcuma	4.56 \pm 0.026 ^A
Con miel	Sin cúrcuma	4.46 \pm 0.011 ^D
Con miel	Con cúrcuma	4.54 \pm 0.020 ^B
%CV		0.21

Nota. A, B, C, D diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), % CV Coeficiente de Variación, DE Desviación

Estándar.

Según la FAO y OMS (2003), el pH mínimo para un yogur es de 4.2 y un máximo de 4.9, los tratamientos usados en este estudio cumplen con dicha especificación. Los resultados coinciden con la investigación de Young y Cho (2010), donde manifestaron que el pH aumentó significativamente a medida que aumentaba la cantidad de cúrcuma y justificaron este resultado a la naturaleza alcalina de la cúrcuma (Chinazom et al. 2020).

Análisis de Color

En los Cuadros 4, 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de color donde existió diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$) y el factor que más influyó fue la

cúrcuma ($P < 0.0001$). La adición de cúrcuma en los tratamientos provocó un aumento en la escala de la coloración rojiza y amarilla.

El Cuadro 4 muestra que los tratamientos con cúrcuma mostraron una disminución en la luminosidad y está relacionado con la presencia de curcumina, la cual provoca una tonalidad amarilla-naranja opaco en el yogur natural lo que pudo disminuir la luminosidad del yogur (López 2017).

Cuadro 4

Resultados análisis físico de color: valor L del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Media \pm D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	93.97 \pm 0.43 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	87.25 \pm 1.27 ^B
Con miel	Sin cúrcuma	93.01 \pm 1.00 ^A
Con miel	Con cúrcuma	86.92 \pm 0.58 ^B
%CV		0.95

Nota. A, B diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), %CV Coeficiente de Variación, DE Desviación Estándar.

Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Madhusankha et al. (2018), quienes encontraron que los pigmentos de curcumina que se encuentran en la cúrcuma, disminuyen la intensidad luminosa del producto final originando un oscurecimiento en los tratamientos. El estudio realizado por Bojorges et al. (2020), indica que el uso de cúrcuma disminuyó significativamente la dispersión de la luz, afectando la apariencia, transparencia y color.

En el Cuadro 5 se muestra que los tratamientos sin cúrcuma obtuvieron valores negativos dentro del eje a^* lo que equivale al color verde, mientras que los tratamientos con cúrcuma independientemente del edulcorante presentaron valores positivos dentro del eje de color rojo. Esto concuerda con el estudio de Young y Cho (2010), en donde demostraron que a medida que aumentaba la cantidad de cúrcuma en polvo, el valor a^* va en aumento y cuando el valor de a^* es alto este tiene una relación con las coordenadas de color rojo.

Cuadro 5

Resultados análisis físico de color: valor a^* y b^* del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Valor a^*	Valor b^*
		Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	-2.14 \pm 0.15 ^B	12.16 \pm 0.30 ^C
Con azúcar	Con cúrcuma	4.18 \pm 1.01 ^A	62.3 \pm 3.57 ^B
Con miel	Sin cúrcuma	-1.92 \pm 0.47 ^B	12.4 \pm 0.71 ^C
Con miel	Con cúrcuma	2.97 \pm 0.57 ^A	65.16 \pm 2.54 ^A
%CV		88.06	4.97

Nota. ^{A, B} diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), % CV Coeficiente de Variación, DE Desviación Estándar.

Los estudios realizados por Luthra et al. (2001) y Abdeldaiem (2013), demostraron que el valor de a^* aumenta debido a los curcuminoides presentes en las oleorresinas de *Curcuma longa L.* y que contienen antioxidantes que dan una mayor valoración en la escala de la coloración roja. Esto concuerda con el estudio de Trujillo Insuasti (2016), en donde se evaluó el efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Curcuma longa L.* y dos tipos de empaque sobre carne molida, se encontró que el aumento en del valor a^* entre los tratamientos es debido a la adición de cúrcuma que influye sobre la tonalidad roja ya que los curcuminoides tienen una cromaticidad amarilla- anaranjada opaco.

En este estudio, el yogur natural con miel y con cúrcuma obtuvo un mayor aumento en el valor b^* dando una coloración amarilla – anaranjada opaca esto se pudo relacionar con la adición de cúrcuma a los tratamientos Esto concuerdan con los resultados obtenidos del estudio realizado por Young y Cho (2010) y Hirasa y Takemasa (1998), quienes encontraron que el aumento de tonalidad amarilla es efecto del pigmento curcumina que posee la cúrcuma y que se encuentra en las oleorresina responsables del color amarillo – naranja opaco.

Análisis de Viscosidad

El Cuadro 6, muestra que existió diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$), en los valores de viscosidad y se encontró que existió interacción entre los factores ($P < 0.0179$) sin poder establecer cuál fue el factor que más afectó la viscosidad de los tratamientos.

Cuadro 6

Resultados análisis físico: viscosidad del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Media \pm D.E. (mPa/s)
Con azúcar	Sin cúrcuma	3313.3 \pm 285.20 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	3051.0 \pm 476.17 ^A
Con miel	Sin cúrcuma	3286.7 \pm 177.25 ^A
Con miel	Con cúrcuma	2487.0 \pm 346.41 ^B
%CV		4.74

Nota. A, B diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), %CV Coeficiente de Variación, DE Desviación Estándar.

Según Najgebauer-Lejko et al. (2020), el yogur se constituye por proteínas, polisacáridos y grasa, las propiedades reológicas del producto se deben a la microestructura de las proteínas de la leche, estas complejas microestructuras son inestables y propensas a producir cambios en sus características. El estudio realizado por Lee y Lucey (2010), donde evaluaron la formación y propiedades físicas del yogur demostró que los cambios que sufre el yogur en la red de geles al homogenizar los tratamientos es más aglomerada y tiene menor cantidad de poros. Por otra parte, el estudio realizado por Raventós et al. (2007), donde dieron a conocer que a mayor cantidad de sacarosa tenga en los medios mayor será su viscosidad. A bajas concentraciones de sacarosa existe una menor retención de agua y por ende menos viscosidad del producto (Lee y Lucey 2010). Trujillo Daza y Álvarez Solano (2020), diseñaron un producto lácteo con menor concentración de sacarosa y demostraron que al presentar mayor espacio en los geles se presenta una mayor liberación de fase acuosa hacia el exterior del gel, esto afecta al unificar las fases ya que con el homogenizado muestra una menor viscosidad. La miel es un edulcorante que contiene altos sólidos solubles principalmente conformada por glucosa y fructosa (85 y 95% de los azúcares totales). Estas diferencias pueden ser observadas entre los tratamientos de azúcar y miel de nuestro estudio, donde el azúcar (Sacarosa) obtuvo una mayor viscosidad en comparación con la miel (3% sacarosa). La sacarosa posee propiedades de volumen, que no solo contribuyen al dulzor sino también al total de sólidos, textura, cuerpo, viscosidad y retención de humedad en los yogures (Cinbas y Yazici 2008).

Izadi et al. (2015), indicó en su estudio que la presencia de polifenoles afectan a la estructura del yogurt produciendo cambios en la viscosidad y que podría estar relacionada con la presencia del fitoesterol, que produce una reordenación de las proteínas causando cambios en el número de enlaces de las micelas de caseína. Tomova et al. (2021), evidenció cambios significativos en su análisis de viscosidad producto de la concentración de fitoesteroles en el yogurt. Los cambios de viscosidad en el yogur con cúrcuma pudieron relacionarse con la presencia de curcumina, la cual es rica en fitoesterol y es el mayor componente en la cúrcuma (Mervat I. Foda y M. A. Abdel-Aziz and A. A. Awad 2007).

Las diferencias en los tratamientos con cúrcuma y diferentes edulcorantes evidenciarían la concentración de sólidos solubles en los tratamientos haciendo que exista interacción entre el soluto y el medio restringiendo la movilidad de las partículas. Por ello, en el proceso de homogenización de los ingredientes que se agregaron al yogur natural presentaron una menor viscosidad, ya que sufre cambios en su estructura. Los estudios realizados por Shalaby y Amin (2018) y Rahmatalla SA et al. (2017), evidenciaron que la cúrcuma tiene efectos en la solubilidad, viscosidad y actividad microbiana de las propiedades fisicoquímicas del yogurt.

Análisis Sensorial

En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos del análisis sensorial afectivo:

Aceptación de Apariencia y Color

En el Cuadro 7 se muestra que existió diferencias en la aceptación de la apariencia y color del yogurt natural ($P < 0.05$), el factor que más influyó en los resultados fue la cúrcuma ($P < 0.0001$) y la adición de este producto disminuyó la aceptación de la apariencia y color del yogurt natural. El yogur sin cúrcuma recibió una valoración de “me gusta moderadamente” mientras que la valoración del yogurt con cúrcuma disminuyó a “ni me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 7

Resultados análisis sensorial afectivo: Aceptación de la apariencia y color del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Apariencia Media \pm D.E.	Color Media \pm D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	5.97 \pm 1.01 ^A	6.12 \pm 0.99 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	4.40 \pm 1.43 ^B	4.60 \pm 1.64 ^B
Con miel	Sin cúrcuma	5.97 \pm 0.98 ^A	6.12 \pm 0.89 ^A
Con miel	Con cúrcuma	4.28 \pm 1.51 ^B	4.40 \pm 1.62 ^B
%CV		24.46	26.67

Nota. A, B diferentes letras en la columna de apariencia y color muestran diferencia significativa ($P < 0.05$) (*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 7: me gusta extremadamente.

La valoración de la aceptación de la apariencia y del color del producto con cúrcuma posiblemente pudo relacionarse con el cambio de coloración amarillo similar al de la mostaza que presentó la mezcla obtenida en este estudio. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Shalaby y Amin (2018), donde se le atribuyó la baja aceptación en la apariencia del producto al color amarillo – naranja opaco que se consolida en los tratamientos. Esto se les atribuye a las características originales del yogur natural con azúcar (sin adición de aromas y sabores). En el estudio actual la cúrcuma disminuyó la aceptación de los tratamientos y se dio posiblemente por el color amarillo – naranja opaco que adquirió el yogur con cúrcuma.

Aceptación de Aroma

En el Cuadro 8 se muestra que existió diferencias en la aceptación del aroma del yogur natural ($P < 0.05$), el factor que más influyó en los resultados fue la cúrcuma ($P < 0.0001$) y la adición de este producto disminuyó la aceptación del yogur natural. El yogur sin cúrcuma recibió una valoración de “me gusta poco” mientras que la valoración del yogur con cúrcuma disminuyó a “ni me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 8

Resultados análisis sensorial afectivo: aceptación del aroma de yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Media ± D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	5.58 ± 1.04 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	4.95 ± 1.23 ^B
Con miel	Sin cúrcuma	5.38 ± 1.20 ^A
Con miel	Con cúrcuma	4.60 ± 1.45 ^C
%CV		24.21

Nota. A, B, C diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), %CV Coeficiente de Variación, DE Desviación

Estándar, (*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 7: me gusta extremadamente.

La baja aceptación del aroma posiblemente estuvo relacionado a que la cúrcuma tenía un aroma terroso, lo cual no les agrado a los panelistas (Raghavan 2000). En la industria alimentaria se usa la cúrcuma principalmente como colorantes y los terpenoides que contiene la cúrcuma dan el olor característico que es fácil de percibir sensorialmente (Saiz 2014).

Aceptación de Viscosidad

En el Cuadro 9 se muestra que existió diferencias en la aceptación de la viscosidad del yogur natural ($P < 0.05$), el factor que más influyó en los resultados fue la cúrcuma ($P < 0.0002$) y la adición de este producto disminuyó la aceptación del yogur natural. El yogur sin cúrcuma recibió una valoración de “me gusta poco” mientras que la valoración del yogur con cúrcuma disminuyó a “ni me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 9

Resultados análisis sensorial afectivo: aceptación de la viscosidad de yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Media ± D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	5.65 ± 1.18 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	5.10 ± 1.40 ^B
Con miel	Sin cúrcuma	5.62 ± 1.03 ^A
Con miel	Con cúrcuma	4.88 ± 1.58 ^B
%CV		23.23

Nota. A, B diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$) %CV Coeficiente de Variación, DE Desviación Estándar,

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 7: me gusta extremadamente.

El yogur natural tiene alta viscosidad, pero en este estudio dicha viscosidad se vió afectada por la adición de cúrcuma, afectando las características originales del yogur natural provocando una tendencia a la disminución de la viscosidad y por ello posiblemente disminuyó la aceptación de la viscosidad. Según Wurth (2017), los consumidores de yogur esperan un producto con una viscosidad media o alta, con una textura firme y que mantenga su cremosidad.

Aceptación de Sabor y Dulzura

En el Cuadro 10 se muestra que existió diferencia en la aceptación del sabor y dulzura del yogur natural ($P < 0.05$), ambos factores influyeron en los tratamientos, sin embargo, el factor que más influyó en los resultados fue la cúrcuma ($P < 0.0001$) y la adición de este producto disminuyó la aceptación del yogur natural. El yogur sin cúrcuma recibió una valoración de “me gusta moderadamente” mientras que la valoración del yogur con cúrcuma disminuyó a “ni me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 10

Resultados análisis sensorial afectivo: aceptación del sabor y dulzura del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Sabor Media \pm D.E.	Dulzura Media \pm D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	6.00 \pm 1.21 ^A	5.92 \pm 1.28 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	4.33 \pm 1.54 ^C	4.48 \pm 1.45 ^C
Con miel	Sin cúrcuma	5.43 \pm 1.26 ^B	5.23 \pm 1.37 ^B
Con miel	Con cúrcuma	4.08 \pm 1.79 ^C	4.18 \pm 1.71 ^C
%CV		29.2	28.18

Nota. A, B, C diferentes letras en la columna de sabor y dulzura muestran diferencia significativa ($P < 0.05$), %CV Coeficiente de Variación,

DE Desviación Estándar, (*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 7: me gusta extremadamente.

Los resultados de aceptación de sabor concuerdan con el estudio realizado por Trujillo Insuasti (2016), quien encontró una disminución en la aceptabilidad general del sabor a medida que se incorporó una mayor cantidad de cúrcuma. Este resultado pudo estar influenciado por el sabor amargo por las oleorresinas de estas especies que además poseen materia colorante, aceites grasos volátiles y los componentes que le otorgan el sabor que caracteriza a la cúrcuma (Stankovic 2004). Cuando la

intensidad del sabor amargo es muy elevada puede provocar rechazo del consumidor (Dergal 2006). Por otro lado, Shalaby y Amin (2018), mostró que los tratamientos con cúrcuma obtuvieron puntuaciones más bajas que el tratamiento de control y también lo atribuye al sabor amargo de la cúrcuma.

Los tratamientos con menos puntuación en la aceptación de dulzura fueron los tratamientos con cúrcuma y posiblemente estuvo relacionado con el porcentaje de edulcorantes (Azúcar y miel) que pudieron estar en baja cantidad como para disminuir el sabor amargo de la cúrcuma. Lo anterior concuerda con el estudio realizado por Stankovic (2004), donde se le atribuyó a la cúrcuma el cambio de sabor dulce a algo amargo del producto.

Aceptación General

En el Cuadro 11 se muestra que existió diferencias en la aceptación general del yogur natural ($P < 0.05$), el factor que más influyó en los resultados fue la cúrcuma ($P < 0.0001$) y la adición de este producto disminuyó la aceptación del yogur natural. El yogur sin cúrcuma recibió una valoración de “me gusta moderadamente” mientras que la valoración del yogur con cúrcuma disminuyó a “ni me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 11

Análisis sensorial afectivo: Aceptación general del yogur natural con cúrcuma y edulcorantes.

Edulcorante	Cúrcuma	Media \pm D.E.
Con azúcar	Sin cúrcuma	5.95 \pm 0.98 ^A
Con azúcar	Con cúrcuma	4.53 \pm 1.38 ^B
Con miel	Sin cúrcuma	5.68 \pm 1.01 ^A
Con miel	Con cúrcuma	4.38 \pm 1.52 ^B
%CV		22.34

Nota. %CV Coeficiente de Variación, DE Desviación Estándar, A, B diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($P < 0.05$)

(*): Escala hedónica: 1: me disgusta extremadamente, 7: me gusta extremadamente.

Shalaby y Amin (2018) y *Chinazom et al.* (2020), coinciden con que el tratamiento de yogur natural tuvo la puntuación más alta en la aceptabilidad general mientras que la muestra con cúrcuma presentó la puntuación más baja y lo relacionaron con el cambio de atributos como el sabor y dulzura.

El Cuadro 12 muestra la correlación entre la aceptación general y los parámetros evaluados, encontrado que cuando la aceptación del sabor (Coeficiente de Pearson = 0.8391 y $P < 0.0001$) y la aceptación de la dulzura (Coeficiente de Pearson = 0.7939 y $P < 0.0001$) aumentó como se muestran en los Anexos A y B, también aumentó la aceptación general del yogur natural. Muir y Hunter (1992), explican que, al realizar evaluaciones sensoriales de yogur, los parámetros que son considerados más importantes son el olor y el sabor. Lo que coincide con el parámetro de mayor influencia en la aceptación sensorial encontrado en el estudio "sabor". Desai et al. (2013), indican que el principal componente que incide en la aceptación de un yogur es el sabor, el cual esta influenciado directamente por los ingredientes empleados en su elaboración y la generación de diversos sabores que influyen en el perfil de aceptación del producto final.

Cuadro 12

Análisis de correlación entre atributos sensoriales y la aceptación general del yogur natural.

Atributo	Coeficiente de correlación	Probabilidad
Apariencia	0.6834	<0.0001
Color	0.6903	<0.0001
Aroma	0.6341	<0.0001
Viscosidad	0.6159	<0.0001
Sabor	0.8391	<0.0001
Dulzura	0.7939	<0.0001

Conclusiones

La adición de diferentes edulcorantes disminuyó el valor del pH y la viscosidad, pero no afectó a las propiedades sensoriales del yogur natural.

La adición de cúrcuma provocó un aumento en el valor de pH, disminuyó el parámetro de la luminosidad, aumentó la coloración rojiza y coloración amarilla pero disminuyó la viscosidad del yogur.

La adición de cúrcuma disminuyó la aceptación del color, apariencia, aroma, sabor, dulzura y aceptación general del yogur natural.

Recomendaciones

Se recomienda diluir la cúrcuma en etanol para obtener extractos de cúrcuma y así evaluar de mejor manera los efectos de la cúrcuma sobre el yogur natural.

Evaluar la adición de cúrcuma en otros productos lácteos, con diferentes características al yogur con el fin de incentivar el consumo de cúrcuma debido a sus múltiples beneficios a la salud.

Realizar un análisis de composición proximal del producto (humedad, grasa fibra, cenizas, carbohidratos solubles), para conocer el cambio nutricional del yogur con la adición de cúrcuma.

Referencias

- Abdeldaiem MH. 2013. Use of yellow pigment extracted from turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes powder as natural food preservative and colorant. Food Science and Quality Management; [consultado el 13 de sep. de 2021]. 22:56–68. <https://core.ac.uk/download/pdf/234683731.pdf>.
- Becerra DJ, Cabrera JC, Solano M. 2016. Efecto antibacteriano de la miel de abeja en diferentes concentraciones frente a *staphylococcus aureus*. Revista Científica Ciencia Médica; [consultado el 29 de jul. de 2021]. 19(2):38–42. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332016000200007.
- Bojorges H, Ríos-Corripio MA, Hernández-Cázares AS, Hidalgo-Contreras JV, Contreras-Oliva A. 2020. Effect of the application of an edible film with turmeric (*Curcuma longa* L.) on the oxidative stability of meat. Food Science & Nutrition. 8(8):4308–4319. eng. doi:10.1002/fsn3.1728.
- Carvalho A. 2020. Tendencias para el mercado lácteo mundial en 2020. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 23 de jun. de 2021]. 58 p. http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2011/15.Tendencias_mecado_lacteo_2020.pdf.
- Chávez J. 2013. El mercado de leche y sus derivados en Honduras. [sin lugar]: Comisión para la defensa y promoción de la competencia; [consultado el 9 de ene. de 2021]. 84 p. https://www.cdpc.hn/sites/default/files/Privado/estudios_mercado/estudio%20sectorial%20003.pdf.
- Chinazom E, Kehinde A, Chidera N, Patience O, Chizoba O, Thomas O. 2020. Effect of the incorporation of graded levels of turmeric (*Curcuma longa*) on different qualities of stirred yoghurt. African Journal of Food Science; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 14(3):71–85. <https://academicjournals.org/journal/AJFS/article-full-text-pdf/E5F9C3C63637>.
- Cinbas A, Yazici F. 2008. Effect of the Addition of Blueberries on Selected Physicochemical and Sensory Properties of Yoghurts. Food Technol; [consultado el 16 de sep. de 2021]. (4):434–441. <https://www.ftb.com.hr/images/pdfarticles/2008/Ocotober-December/46-434.pdf>.
- Colonna WJ, Samaraweera U, Clarke MA, Cleary M, Godshall M an, White JS. 2000. Sugar. En: John Wiley & Sons I, editor. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. Hoboken, NJ, USA: Wiley.
- Dergal SB. 2006. Química de los alimentos. 4ª ed. México: Pearson Educación. 738 p. ISBN: 970-26-0670-5; [consultado el 31 de ago. de 2021]. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf.
- Desai NT, Shepard L, Drake MA. 2013. Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. Journal of Dairy Science; [consultado el 17 de sep. de 2021]. 96(12):7454–7466. eng. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(13\)00725-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(13)00725-X/pdf). doi:10.3168/jds.2013-6973.

Espinoza A, Zapata L. 2010. Estudio de Yogur: Verificación de Producto, Evaluación de Calidad e Información Nutricional. Chile: [sin editorial]; [consultado el 23 de jun. de 2021]. 27 p. <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-yogur.pdf>.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2006. Probióticos en los alimentos: propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación Consulta de expertos FAO/OMS sobre evaluación de las propiedades saludables y nutricionales de los probióticos en los alimentos, incluida la leche en polvo con bacterias vivas del ácido láctico. Córdoba, Argentina, 1-4 de octubre de 2001. Informe del Grupo de Trabajo Conjunto FAO/OMS sobre borrador de directrices para la evaluación de los probióticos en los alimentos. Londres, Ontario, Canadá, 30 de abril-1 de mayo de 2002. Roma: [sin editorial]. 46 p. (Estudio FAO alimentación y nutrición; vol. 85). ISBN: 92-5-305513-8.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [OMS] Organización Mundial de la Salud. 1981. Norma del Codex para la Miel Codex 12-1981. 1ª ed. [sin lugar]: [sin editorial]. 6 p. (CXS 12-1981). 1981; [actualizado 1981; consultado el 23 de jun. de 2021]. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/12-1987.PDF.

[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2003. Norma para Leches Fermentadas. 3ª ed. [sin lugar]: [sin editorial]. 14 p. (CXS 243-2003). 2003; [actualizado 2003; consultado el 26 de ago. de 2021]. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B243-2003%252FCXS_243s.pdf.

Hirasa K, Takemasa M. 1998. Spice science and technology. New York: Dekker. 219 p. (Food science and technology; vol. 89). ISBN: 0824701445. eng. <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0647/98008039-d.html>.

Hu FB. 2013. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obesity Reviews*. 14(8):606–619. eng. doi:10.1111/obr.12040.

Infosalus. 2019. Beneficios del consumo de yogur. Madrid: [sin editorial]; [actualizado el 23 de jun. de 2021]. <https://www.infosalus.com/nutricion/noticia-beneficios-consumo-yogur-20191107131734.html>.

Izadi Z, Nasirpour A, Garoosi GA, Tamjidi F. 2015. Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. *J Food Sci Technol*. 52(8):5341–5346. eng. doi:10.1007/s13197-014-1593-2.

Lee W-H, Loo C-Y, Bebawy M, Luk F, Mason RS, Rohanzadeh R. 2013. Curcumin and its derivatives: their application in neuropharmacology and neuroscience in the 21st century. *Current Neuropharmacology*. 11(4):338–378. eng. doi:10.2174/1570159X11311040002.

- Lee WJ, Lucey JA. 2010. Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 23(9):1127–1136. doi:10.5713/ajas.2010.r.05.
- López P. 2017. Química e industria de la curcumina. [sin lugar]: Universidad nacional mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7516/Lopez_cp.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Luthra PM, Singh R, Chandra R. 2001. Therapeutic uses of *Curcuma longa* (turmeric). *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 16(2):153–160. eng. doi:10.1007/BF02864854.
- Madhusankha G, Thilakarathna R, Liyanage T, Navarrete S. 2018. Analysis of curcumin content in Sri Lankan and Indian turmeric rhizomes and investigating its impact on the colour. *International Journal of Food Science and Nutrition*; [consultado el 27 de jul. de 2021]. 3(4):3–5. <http://www.foodsciencejournal.com/download/378/3-3-45-867.pdf>.
- Man-Ying Chan M, Adapala NS, Fong D. 2005. Curcumin overcomes the inhibitory effect of mitogenic oxide on *Leshmania*. *Parasitol Res*. (96):49–56. doi:10.1007/s00436-005-1323-9.
- Mervat I. Foda, M. A. Abdel-Aziz and A. A. Awad. 2007. Chemical, rheological and sensory evaluation of yoghurt supplemented with turmeric. *International Journal of Dairy Science*; [consultado el 25 de ago. de 2021]. 2(3):252–259. https://www.researchgate.net/publication/233980793_Chemical_rheological_and_sensory_evaluation_of_yoghurt_supplemented_with_turmeric.
- Muir DD, Hunter EA. 1992. Sensory evaluation of fermented milks: vocabulary development and the relations between sensory properties and composition and between acceptability and sensory properties. *International Journal of Dairy Technology*. 45(3):73–80. doi:10.1111/j.1471-0307.1992.tb01784.x.
- Najgebauer-Lejko D, Witek M, Żmudziński D, Ptaszek A. 2020. Changes in the viscosity, textural properties, and water status in yogurt gel upon supplementation with green and Pu-erh teas. *Journal of Dairy Science*. 103(12):11039–11049. eng. doi:10.3168/jds.2020-19032.
- Raghavan S. 2000. *Handbook of spices, seasonings, & flavorings*. Lancaster Pa: Technomic Pub. ISBN: 9781566769310. <http://worldcatlibraries.org/wcpa/oclc/44719753>.
- Rahmatalla SA, Alazeem LA, Mohamed A, Mohamed O. 2017. Microbiological Quality of Set Yoghurt Supplemented with Turmeric Powder (*Curcuma longa*) During Storage. *AJAFS*. 5(1). en. <https://www.ajouronline.com/index.php/AJAFS/article/view/4381>.
- Raventós M, Hernández E, Auleda J, Ibarz A. 2007. Concentration of aqueous sugar solutions in a multi-plate cryoconcentrator. *Journal of Food Engineering*. 79(2):577–585. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.02.017.
- Saiz P. 2014. *Cúrcuma I (Curcuma longa L.)*. Reduca; [consultado el 23 de jun. de 2021]. 7(2):84–99. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27836/1/C%C3%A9RCUMA%20%20Paula%20Saiz.pdf>.

- Schencke C, Vásquez B, Sandoval C, Del Sol M. 2016. El Rol de la Miel en los Procesos Morfofisiológicos de Reparación de Heridas. *International Journal of Morphology*; [consultado el 23 de jun. de 2021]. 34(1):385–395. doi:10.4067/S0717-95022016000100056.
- Sereia MJ, Março PH, Perdoncini MRG, Parpinelli RS, Lima EG de, Anjo FA. 2017. Techniques for the Evaluation of Physicochemical Quality and Bioactive Compounds in Honey. En: Toledo VAA de, editor. *Honey Analysis*. [sin lugar]: InTech.
- Shalaby SM, Amin HH. 2018. Red Cabbage and Turmeric Extracts as Potential Natural Colors and Antioxidants Additives in Stirred Yogurt. *Journal of Probiotics & Health*. 06(02):1–9. doi:10.4172/2329-8901.1000206.
- Sharma RA, Euden SA, Platton SL, Cooke DN, Shafayat A, Hewitt HR, Marczylo TH, Morgan B, Hemingway D, Plummer SM, et al. 2004. Phase I clinical trial of oral curcumin: biomarkers of systemic activity and compliance. *Clinical Cancer Research*. 10(20):6847–6854. eng. doi:10.1158/1078-0432.CCR-04-0744.
- Sreejeyan M, Rao MN. 1997. Nitric oxide scavenging by curcuminoids. *Pharm Pharmacol*. 49(1):105–107. doi:10.1111/j.2042-7158.1997.tb06761.x.
- Stankovic I. 2004. Curcumin. Chemical and Technical Assessment. [sin lugar]: FAO; [consultado el 26 de ago. de 2021]. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agms/pdf/jecfa/cta/61/Curcumin.pdf>.
- Tomova T, Petelkov I, Shopska V, Denkova-Kostova R, Kostov G, Denkova Z. 2021. Production of probiotic wort-based beverages with grapefruit (*Citrus paradisi* L.) or tangerine (*Citrus reticulata* L.) zest essential oil addition [pdf]. *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 20(2):237–245. doi:10.17306/J.AFS.2021.0902.
- Trujillo Daza L, Álvarez Solano Ó. 2020. DISEÑO DE UN PRODUCTO LÁCTEO (YOGUR) CON DISMINUCIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR A PARTIR DE UNA APROXIMACIÓN MULTIESCALA. Bogotá: Universidad de los Andes. 14 p; [consultado el 22 de sep. de 2021]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/43796/u831012.pdf?sequence=1>.
- Trujillo Insuasti MI. 2016. Evaluación del efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Curcuma longa* L. y dos tipos de empaque, sobre carne molida [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 41 p; [consultado el 25 de ago. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5785/1/AGI-2016-T043.pdf>.
- Vijaykumar J, Lokesh BM. 2004. Biological propertis of curcumin-cellular and molecular mechanisms of action. *Food Science and Nutrition*. 44(2):97–111. doi:10.1080/10408690490424702.
- Wurth D. 2017. Yogur elaboración, defectos y causas tendencias. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 26 de ago. de 2021]. 33 p. <http://proleche.com/wp-content/uploads/2017/10/Charla20.pdf>.

Young M, Cho Y. 2010. Quality Characteristics of Jelly Containing Added Turmeric (*Curcuma longa* L.) and Beet (*Beta vulgaris* L.). Korean Journal of Food and Cookery Science; [consultado el 13 de jul. de 2021]. 26(4):481–489. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201027742024872.pdf>.

Zaitoun M, Ghanem M, Harphoush S. 2018. Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. International Journal of Public Health Research; [consultado el 9 de sep. de 2021]. 6(4):93–99. https://www.researchgate.net/publication/330999769_Sugars_Types_and_Their_Functional_Properties_in_Food_and_Human_Health.

Anexos

Anexo A

Probabilidades estadísticas de los análisis físicos químicos

ANALISIS	PROBABILIDADES		
	CURCUMA	EDULCORANTE	INTERACCION FACTORES
pH	<0.0001	0.8066	0.0201
L	<0.0001	0.3497	0.8209
a*	<0.0001	0.6154	0.1751
b*	<0.0001	0.4506	0.4166
Viscosidad	0.0007	0.0121	0.0179

Anexo B*Probabilidades estadísticas de los análisis sensoriales*

ANÁLISIS	CURCUMA	EDULCORANTE	INTERACCION FACTORES
Apariencia	<0.0001	0.7170	0.7170
Color	<0.0001	0.5582	0.5582
Aroma	<0.0001	0.0901	0.6430
Viscosidad	0.0002	0.4632	0.5905
Sabor	<0.0001	0.0337	0.4083
Dulzura	<0.0001	0.0108	0.3175
Aceptación	<0.0001	0.2036	0.7214

Anexo C

Coefficiente de correlación de Pearson

	APARIENCIA	COLOR	AROMA	VISCOSIDAD	SABOR	DULZURA	ACEPTACION
APARIENCIA	1	0.8604 <.0001	0.56621 <.0001	0.51774 <.0001	0.5263 <.0001	0.54203 <.0001	0.68343 <.0001
COLOR	0.86044 <.0001	1	0.5578 <.0001	0.5172 <.0001	0.5419 <.0001	0.55521 <.0001	0.69032 <.0001
AROMA	0.56621 <.0001	0.5578 <.0001	1	0.62222 <.0001	0.5658 <.0001	0.61152 <.0001	0.63414 <.0001
VISCOSIDAD	0.51774 <.0001	0.5172 <.0001	0.62222 <.0001	1	0.5507 <.0001	0.54748 <.0001	0.61599 <.0001
SABOR	0.52628 <.0001	0.5419 <.0001	0.56576 <.0001	0.55071 <.0001	1	0.81767 <.0001	0.83916 <.0001
DULZURA	0.54203 <.0001	0.5552 <.0001	0.61152 <.0001	0.54748 <.0001	0.8177 <.0001	1	0.79395 <.0001
ACEPTACION	0.68343 <.0001	0.6903 <.0001	0.63414 <.0001	0.61599 <.0001	0.8392 <.0001	0.79395 <.0001	1