

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS



“INCORPORCIÓN DE PURÉ DE HIGO EN YOGUR: ESTUDIO PRELIMINAR”

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre-2022

Autor: Pilar Rojo Madrid

Tutor/es: Esther Sendra Nadal y Marina Cano Lamadrid

Incorporación de puré de higo en Yogur: estudio preliminar

Resumen

En este estudio se establece la caracterización del higo, variedad Colar mediante la determinación del color, características morfológicas, determinación de ácidos orgánicos y azúcares y la capacidad antioxidante y fenoles totales de dicha fruta. El objetivo principal de este estudio es evaluar la estabilidad y efecto que tiene la adición de puré de higo a diferentes concentraciones, (10,20,30 y 40%) en el yogur, mediante las siguientes determinaciones: recuentos microbianos, viscosidad, pH, desuerado y color a día 1 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración. En los resultados que obtuvimos se refleja que la adición de puré de higo mejora la estabilidad del yogur. La viscosidad aumenta con la cantidad de puré de higo debido al aumento de sólidos totales y la fibra que aporta el higo al yogur. El pH no varía con los diferentes porcentajes de puré de higo ni con el tiempo de almacenamiento. El desuerado disminuye cuanto mayor es el porcentaje de puré añadido y tras los 30 días en refrigeración lo que indica que ayuda a mantener la estabilidad del gel. El color va variando tras la adición de puré de higo, la luminosidad disminuye y van aumentando los valores de a^* y b^* lo que indica que cuanto mayor es la cantidad de puré de higo el yogur tiende a un color más rojo/amarillo, tras los 30 días de almacenamiento disminuye y el valor a^* lo que revela que el color rojo disminuye.

Palabras clave: Leche fermentada, higo, puré de higo, antioxidantes, parámetros físicos químicos.

Incorporation of fig puree in fermented milks: a preliminary study.

Abstract

This study establishes the characterization of the fig, Colar variety by determining the color, morphological characteristics, determination of organic acids and sugars and the antioxidant capacity and total phenols of this fruit. The main objective of this study is to evaluate the stability and effect of the addition of fig puree at different concentrations, (10,20,30 and 40%) on yogurt, through the following determinations: microbial counts, viscosity, pH, syneresis and color at day 1 and after 30 days of storage in refrigeration. The results we obtained show that the addition of fig puree enhances the stability of yogurt. The viscosity increases with the amount of fig puree due to the increase in total solids and the fiber that the fig provides to the yogurt. The pH does not vary with the different percentages of fig puree or over time. Syneresis decreases with storage time and puree addition, which indicates that it helps maintaining the stability of the gel. The color varies after the addition of fig puree, the luminosity decreases and the values of a^* and b^* increase, indicating that the greater the amount of fig puree the yogurt tends to a more red/yellow color, after 30 days of storage a^* decreases which reveals that the red color decreases.

Keywords: fermented milk, fig, fig puree, antioxidants, physic-chemical parameters.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Introducción	8
1.1.1 Leches fermentadas	9
1.1.2 Leche fermentada enriquecida con fruta	10
1.1.3 Higo	11
1.2 Colorantes rojos de uso en yogur	11
2. OBJETIVOS	12
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Material vegetal	12
3.1.1 Determinaciones morfológicas y colorimétricas del higo	12
3.1.2 Determinación de ácidos orgánicos y azúcares del higo	13
3.1.3 Determinación de la capacidad antioxidante y fenoles totales del higo	13
3.1.4 Determinación del color de puré de higo	14
3.2 Elaboración de leche fermentada con diferentes porcentajes de puré de higo	14
3.2.1 Elaboración del puré de higo	14
3.2.2 Diseño experimental	14
3.2.3 Determinación de pH	16
3.2.4 Determinación del porcentaje de desuerado	16
3.2.5 Determinación de las coordenadas de color	16
3.2.6 Determinación de la viscosidad aparente	16
3.2.7 Microbiología	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 Material vegetal	17

4.1.1	Morfología y características colorimétricas del higo	17
4.1.2	Ácidos orgánicos y azúcares del higo	17
4.1.3	Capacidad antioxidante y fenoles totales del higo	18
4.1.4	Color de puré de higo	18
4.2	Leche fermentada	19
4.2.1	pH	19
4.2.2	Porcentaje de desuerado	20
4.2.3	Coordenadas de color	21
4.2.4	Viscosidad aparente	24
4.2.5	Recuentos microbianos	26
5.	CONCLUSIÓN	27
6.	BIBLIOGRAFIA	28



ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Tipos de leches fermentadas según el tipo de cultivo utilizado en la fermentación	9
Tabla 2. Yogures elaborados a partir de dos lotes de yogur	15
Tabla 3. Caracterización morfológica y parámetros de color del higo variedad Colar no adecuado para la venta en fresco	17
Tabla 4. Contenido de ácidos orgánicos, azúcares y fibra cruda de la pulpa y de la piel del higo variedad Colar no utilizado para la venta en fresco	18
Tabla 5. Actividad antioxidante y fenoles totales de la pulpa y de la piel del higo variedad Colar no utilizado para la venta en fresco	18
Tabla 6. Parámetros de color en el puré de higo pasteurizado	19
Tabla 7. Evolución del pH en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	19
Tabla 8. Evolución del desuerado en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	20
Tabla 9. Evolución del color en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0	22
Tabla 10. Evolución del color en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	23
Tabla 11. Viscosidad aparente en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0	25
Tabla 12. Recuentos microbiológicos en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0	26
Tabla 13. Recuentos microbiológicos en yogures con higo, niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	27
Tabla 14. Recuentos microbiológicos en yogures con higo a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	27

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de puré de higo	14
Figura 2. Diseño experimental de la elaboración de yogur enriquecido con higo colar	15
Figura 3. Yogur con diferentes porcentajes de puré de higo (0, 10, 20, 30 y 40%)	16
Figura 4. Evolución del pH en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	20
Figura 5. Evolución del desuerado en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	21
Figura 6. Coordenada L* en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20, 30, 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	23
Figura 7. Coordenada a* en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20, 30, 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	24
Figura 8. Coordenada b* en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20, 30, 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración	24
Figura 9. Viscosidad aparente en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%) a tiempo 0	25

1. INTRODUCCIÓN

La fermentación es un método de conservación y transformación de alimentos, antiguamente esta era su función principal, en la actualidad su finalidad no es conservar sino conseguir productos más aceptados para los consumidores ya que con la fermentación se producen cambios importantes en el alimento como los cambios en la textura, aroma, sabor, mayor digestibilidad, mejoramiento nutricional, etc. (Fadda *et al.*, 2020; Pujato *et al.*, 2021)

Las leches fermentadas se consideran alimentos funcionales, los alimentos funcionales son aquellos que aparte de ejercer una acción nutritiva también ejercen beneficios para la salud del consumidor, en el caso de las leches fermentadas los probióticos son los que ejercen este beneficio para la salud. Los probióticos son organismos vivos que si se ingieren en cierta proporción pueden ejercer una acción beneficiosa aparte de la nutritiva.

El higo es una fruta a la que se le atribuyen beneficios para la salud por su composición fitoquímica. Los polifenoles son productos del metabolismo secundario de las plantas, se caracterizan por la presencia de uno o varios anillos fenólicos y se clasifican en función del número de anillos fenólicos y elementos estructurales (Heim *et al.*, 2002; Quiñones *et al.*, 2012)

1. Ácidos fenólicos
 - Derivados del ácido hidroxibenzoico (Acido gálico)
 - Derivados del ácido hidroxicinámico (Acido p-cumárico)
2. Estilbenos (Resveratrol)
3. Lignanos (Enterodiol)
4. Alcoholes fenólicos (Tirosol)
5. Flavonoides.

Los polifenoles que encontramos en el higo son los flavonoles y antocianinas que pertenecen a una subclase de los flavonoides y ácidos fenólicos derivados del ácido hidroxicinámico (Wojdylo *et al.*, 2016). Estos compuestos ejercen diversos beneficios para la salud, son vasodilatadores, antiinflamatorios, antitrombótico etc. (Quiñones *et al.*, 2012)

La mayoría de producción de leche en España es de origen vacuno posteriormente le sigue la de oveja y después la de cabra, en 2019 se produjo 7.251,4 (producción en 1000 Tm de leche de vaca, 502,6 (producción en 1000 Tm) de leche de oveja y finalmente 475,4 (producción en 1000Tm) de leche de

cabra. (MAPA, 2019). EN 2021 la producción de leche cruda de vaca fue de 7.478.056 T un 1 % más con respecto al 2020 (MAPA,2022).

1.1.1. Leches fermentadas

Las leches fermentadas se han consumido a lo largo de la historia por todo el mundo, es un proceso que se usaba para conservar y prolongar la vida útil de la leche. (Khorshidian *et al.*, 2020; Fadda *et al.*, 2020)

Cada año aumenta el consumo de leches fermentadas en España, y la población gasta más en este tipo de productos, de 2019 a 2020 ha aumentado el consumo en un 4,5% y cada persona consume 15 kilos al año de leches fermentadas, que comparado con el 2019 ha aumentado un 4,3%. Los yogures son los productos con mayor producción posteriormente le sigue las leches fermentadas con bifidobacterias. (Informe de Consumo Alimentario en España,2020)

La leche fermentada, es un producto obtenido mediante la fermentación de la leche por la presencia y acción de microorganismos concretos que como resultado de dicha fermentación se produce una bajada de pH, estos microorganismos tienen que ser viables, activos y abundantes en las leches fermentadas hasta la fecha de caducidad del producto. Según el tipo de cultivo que se utiliza en la fermentación se producen diferentes tipos de leches fermentadas

TABLA 1. TIPOS DE LECHE FERMENTADAS SEGÚN EL TIPO DE CULTIVO UTILIZADO EN LA FERMENTACIÓN

Nombre	Cultivos
Yogur	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>
Yogur en base a cultivos alternativos	<i>Streptococcus thermophilus</i> y diversas especies de <i>Lactobacillus</i>
Leche acidófila	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Kefir	cultivo preparado a partir de gránulos de kefir, <i>Lactobacillus kefiri</i> , especies del género <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacte</i>
Kumys	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> y <i>Kluyveromyces marxianus</i> .

Las leches fermentadas son populares entre los consumidores que las consideran saludables. A lo largo de los años, diversos estudios han aportado base científica en que los probióticos ejercen varios efectos beneficiosos para la salud del consumidor, los efectos beneficiosos se atribuyen a la cepa específica (Nagpal *et al.*, 2012). Algunos efectos beneficiosos que se les atribuye a los probióticos de las leches fermentadas son: previene enfermedades intestinales inflamatoria, previene cáncer de colon, ayuda a la digestión de la lactosa, mejora del sistema inmune, prevención de enfermedades alérgicas, etc. La fruta

tiene también una imagen saludable, la combinación de fruta y yogur resulta muy atractiva para los consumidores.

1.1.2. Leches fermentadas enriquecidas con frutas

Hay gran variedad de estudios que aportan base científica sobre la incorporación de diferentes variedades de fruta al yogur. Estos estudios se centran en la caracterización microbiológica, fisicoquímica y sensorial del yogur una vez que se le ha añadido diferentes porcentajes de fruta. Esta incorporación se debe a querer darle al producto un valor añadido, como aumentar su valor nutricional, hacerlo más atractivo al consumidor. En un estudio de yogur al que se le incorpora diferentes porcentajes de caqui se observó que éste podía aumentar el valor nutricional y la aceptación general del yogur, como resultado obtuvieron que la adición de caqui con un 10% tubo una mayor aceptabilidad en comparación a los demás porcentajes y que con la adición de caqui el yogur aumentó el contenido fenólico, (Khatoon *et al.*, 2021). Mejorar la textura, el sabor, las propiedades organolépticas en general. La adición de diferentes porcentajes de aguacate en yogur para analizar las propiedades físicas (viscosidad, dureza y pH), y organolépticas (color, aroma y sabor) se vio que con la adición de aguacate mejoraban las propiedades físicas, no afectó al pH y aumento la viscosidad, en la dureza no hubo diferencias significativas y mejoró el sabor del yogur (Hertanto *et al.*, 2019). Evaluar el crecimiento de un microorganismo concreto, como un estudio que se le incorpora diferentes porcentajes de pulpa de plátano verde al yogur para ver cómo afecta a la cinética del crecimiento de *Lactobacillus paracasei* LBC 81 y al mismo tiempo también se observaba los cambios físicos y organolépticos. Se llegó a la conclusión que la adición de pulpa de plátano verde aceleró el crecimiento y la estabilización de la viabilidad de *L. paracasei* LBC 81, aumento la sinéresis lo cual fue una desventaja, se verificó que con una mayor concentración de pulpa de plátano verde el pH tenía una mayor disminución y se conseguía un aumento del valor nutricional del producto ya que con la adición de pulpa de plátano verde aportaba a la leche fermentada, la fibra, almidón resistente, compuestos fenólicos y otros componentes (Vogado CDO *et al.*, 2018). Desarrollar productos diferentes y funcionales, como un estudio en el que se añade al yogur fresas y semillas de chía en diferentes proporciones para valorar sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Como resultado de esta adición de fresas y chía al yogur, no afectó al crecimiento de las bacterias y aumento su valor nutricional ya que con la incorporación de fresas y semillas de chía aportaban al yogur otros nutrientes como proteína cruda, lípidos totales, fibra dietética, minerales y PUFA, estos nutrientes tienen beneficios para la salud lo que hacen que el producto sea un producto funcional, aparte de los beneficios que aportaba el producto por ser una leche fermentada (probióticos) (Kowaleski *et al.*, 2020). Las adiciones de diferentes frutas pueden mejorar la aceptabilidad del consumidor, las propiedades organolépticas, las propiedades fisicoquímicas y también puede afectar de forma positiva o negativa al crecimiento microbiano del yogur.

1.1.3. Higo

El higo es un fruto que proviene del árbol *Ficus carica*, nombre común higuera, pertenece a la familia botánica *Moraceae*, es un árbol nativo de Turquía y Asia occidental posteriormente se extendió hacia la región mediterránea. La higuera es uno de los primeros árboles cultivados por el hombre.

Según el Análisis provincial de superficie, árboles diseminados, rendimiento y producción, de 2018 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en España hay una superficie de plantación de 13.983 hectáreas de higuera y una producción de 47.750 toneladas de higo. El higo es una fruta que se puede consumir seca, fresca, pelado o sin pelar o en mermelada, tiene 80% de agua y 16% de hidratos de carbono, aporta 70 kcal (por cada 100g de producto), no contiene grasas y es fuente de fibra (2,5g por cada 100g de producto). El higo fresco contiene minerales y vitaminas, pero no en las cantidades suficientes como para considerarla una fuente, sin embargo, si hablamos de higo seco todos los nutrientes del higo se concentran y sí que se considera al higo como una fuente de minerales y vitaminas (Solomon *et al.*, 2006). Los higos también se caracterizan por ser una fuente de polifenoles entre los que destacan los flavonoides dentro de las subclases de flavonoides las antocianinas y los flavonoles, también se encuentra dentro de los polifenoles del higo, los ácidos fenólicos (Derivados del ácido hidroxicinámico) (Del Caro *et al.*, 2008; Arvaniti *et al.*, 2019).

La variedad de higo que hemos usado para este estudio ha sido la variedad Colar. La variedad Colar proviene de una higuera de tipo bífera, lo que significa que tiene dos cosechas por temporada, brevas de principio de verano, e higos de finales de verano, principios de otoño.

El higo es una fruta perecedera, su venta en fresco es difícil ya que es un producto delicado, por eso utilizar el higo cuando no es óptimo para su venta directa o utilizar un subproducto del higo como la piel es una forma de reducir el desperdicio y aprovechar estos subproductos para aumentar el valor nutricional de un producto o hacerlo funcional (Teruel-Andreu *et al.*, 2021), como el estudio en el que se le añade al yogur antocianinas procedentes de la piel del higo para usarlo como colorante y para hacer al yogur un producto funcional, ya que las antocianinas son polifenoles que tienen propiedades saludables para el que las consume, el estudio concluyó que es posible utilizar las antocianinas como colorante en alimentos de acidez intermedia como es el yogur natural (Aguilera-Ortíz *et al.*, 2012).

1.2. Colorantes rojos de uso en yogures.

Los colorantes son sustancias cuya función es dar color a un alimento, aumentar atractivo visual de los alimentos o darle color a un alimento que debido a su procesado ha perdido o disminuido su color y con ello su atractivo visual para el consumidor.

Según la base de datos de aditivos tanto para productos lácteos fermentados sin sabor, incluido el suero de leche natural sin sabor (excepto el suero de mantequilla esterilizado) sin tratamiento térmico después de la fermentación, como para los productos lácteos fermentados sin sabor tratados

térmicamente después de la fermentación, no hay colorantes permitidos. Sin embargo, para los productos lácteos fermentados aromatizados, incluidos los productos tratados térmicamente están permitidos el Grupo II Colorantes alimentarios *quantum satis* (no hay una especificación numérica de límites máximos) y Grupo III Colorantes alimentario con límites máximos, incluidos también los colorantes: amarillo de quinoleína (E – 104), amarillo ocaso FCF / anaranjado S (E-110), Ponceau 4R rojo cochinilla A (E- 124), Annato, bixina, (E-160b (i)), Annato, norbixina (E-160b (ii)), Licopeno (E-160d).

Al igual que la adición de otras frutas aporta beneficios al yogur, sería interesante evaluar el efecto que tiene el higo, una vez tratado térmicamente para obtener puré, en la estabilidad del yogur (microbiológica y estabilidad del gel) y en su color. Partimos de la hipótesis que el higo proporcionará color, dulzor y es necesario evaluar cómo afectará a la estabilidad del gel y a la calidad microbiológica. Este ensayo, realizado en una variedad de higo nacional, en frutos de calidad no comercial permitirá además el aprovechamiento de estos frutos. Los resultados favorecerán la reducción del desperdicio alimentario y el apoyo al sector productor de higos que podrá dar valor a esos frutos que actualmente se descartan.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la adición de puré de higo de la variedad Colar a diferentes concentraciones (10, 20, 30 y 40 %) en la estabilidad y color de una leche fermentada (YOGUR), mediante la determinación de los recuentos microbianos, viscosidad, estabilidad del gel y color a los 30 días de almacenamiento en refrigeración (fin de la vida comercial).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material vegetal

El material vegetal que utilizamos es higo fresco de la variedad colar, recolectados manualmente de productores locales en el área de Albufera (Alicante, España; 0° 55' 49" W, 38° 13' 17" N) en la campaña de finales de verano de 2021. Se trataba de frutos que por su tamaño no se habían destinado a su venta en fresco durante la campaña ya que no era interesante económicamente su recolección. La mayor parte se congeló a -80°C hasta la elaboración de puré, otros se liofilizaron y conservaron en congelación a -80°C, hasta la realización del estudio de los compuestos bioactivos y fibra en el higo.

3.1.1. Determinaciones morfológicas y de color del higo

Se usó una regla (mm) para medir el alto y ancho de los higos. Se utilizó una balanza para pesar los higos, se separaron piel y pulpa para cuantificar el porcentaje de pulpa contenido en el higo. Se estudió el espacio de color CIEL*a*b de la parte externa del higo y se evaluaron las coordenadas L* (luminosidad), a* (verde-rojo) y b* (azul-amarillo) mediante un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón).

3.1.2. **Determinación de ácidos orgánicos, azúcares y fibra cruda del higo**

Los ácidos orgánicos y los azúcares se identificaron y cuantificaron como se describió previamente por (Cano-Lamadrid et al., 2018) con algunas modificaciones. Muestras liofilizadas de higo finamente molidas (0,2 g) se homogeneizaron con 5 mL de tampón fosfato 50 mM (pH = 7,8), y se centrifugaron a 15.000 x g durante 15 min a 4°C (Sigma 3–18 K; Osterode y Harz, Alemania), después, se filtró 1 ml de sobrenadante a través de un filtro Millipore de 0,45 µm (Billerica, MA, EE. UU.) antes del análisis por HPLC. Se inyectaron 10 µL en una cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) Hewlett-Packard serie 1100 (Hewlett-Packard, Wilmington, DE, EE. UU.). El sistema de elución consistió en ácido fosfórico al 0,1% con un caudal de 0,5 mL min⁻¹. Los ácidos orgánicos se eluyeron a través de una columna Supelco [columna Supelcogel™ C-610H (30 cm × 7,8 mm)] y una columna Supelguard (5 cm × 4,6 mm, Supelco, Inc., Bellefonte, PA, EE. UU.) y se detectaron por absorbancia a 210 nm. Para las determinaciones de azúcar, se usaron el mismo HPLC, sistema de elución, velocidad de flujo y columnas. Los azúcares se detectaron con un detector de índice de refracción (Hewlett-Packard, serie 1100, G1362A, Wilmington Del., EE. UU.). Los análisis se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como g L⁻¹ de peso seco (peso seco). El contenido de fibra cruda se determinó siguiendo la metodología oficial establecida por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España como se ha descrito previamente por (Sánchez et al., 2014) utilizando un analizador de fibra ANKOM200/220 (ANKOM Technology, Macedon, NY, EE. UU.). Los análisis se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como %.

3.1.3. **Determinación de la capacidad antioxidante y fenoles totales del higo**

Para la determinación de antioxidantes se preparó un extracto metanólico con cada muestra. Muestras liofilizadas (pulpa, cáscara y hojas) (0,5 g) se mezclaron con 10 mL de MeOH/agua (80:20, v/v) + HCl al 1%, se sonicaron a 20 °C durante 15 min y se dejaron durante 24 h a 4°C. Luego, el extracto se sonicó nuevamente durante 15 min y se centrifugó a 15 000 rpm durante 10 min. Este extracto se utilizó para medir tres métodos de actividad antioxidante (métodos ABTS, DPPH y FRAP) y contenido polifenólico total (TPC). La actividad secuestrante de radicales se evaluó utilizando el método del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), según lo descrito por Brand-Williams et al. (1995), mientras que los métodos de catión radical ABTS [2,2-azinobis-(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)] y poder antioxidante reductor férrico (FRAP) se midieron como se describió previamente Re et al. (1999) y Benzie y Strain (1996), respectivamente. Todos los análisis se realizaron utilizando un espectrofotómetro UV-visible (modelo Helios Gamma, UVG 1002E, Reino Unido). Para la cuantificación se utilizó la curva de calibración (3,5–5,0 mmol Trolox L⁻¹) con buena linealidad (R² ≥ 0,999). Los análisis se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como mM Trolox dw. El contenido de polifenoles totales (TPC) se cuantificó utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu según lo descrito por Singleton et al. (1999). La absorción se midió utilizando un espectrofotómetro UV-visible (Helios Gamma modelo UVG 1002E, Helios,

Cambridge, Reino Unido). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en gramos de equivalente de ácido gálico (GAE) por kilogramo de peso seco (peso seco).

3.1.4. Determinación de color de puré de higo.

Para determinar el color del puré de higo se utilizó el espacio de color CIEL*a*b y se evaluaron las coordenadas L* (luminosidad), a* (verde-rojo) y b* (azul-amarillo) mediante un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón).

3.2. Elaboración de leche fermentada con diferentes porcentajes de puré de higo

3.2.1. Elaboración de puré de higo

Los higos previamente congelados a -80°C se introdujeron en la Thermomix, se aumentó la temperatura hasta llegar a los 100°C y se mantuvo durante 10 minutos, finalmente el puré de higo se conservó en refrigeración.



ILUSTRACIÓN 1. ELABORACIÓN DE PURÉ DE HIGO

3.2.2. Diseño experimental

Para preparar el yogur se utilizó 4 % de leche en polvo desnatada (HACENDADO) y leche entera UHT (3,5% materia grasa, HACENDADO). Se empleó un fermento láctico liofilizado concentrado de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (CHOOZITTM MY800, Danisco France SAS, Dangé-Saint-Romain, Francia) en la concentración recomendadas por el proveedor. El proceso de elaboración se detalla en la Figura 2 donde se indican las condiciones de temperatura y tiempo. Se realizó la pasteurización de la leche (85°C durante 30 minutos) después se atemperó hasta 45°C, se inoculó el cultivo que produjo la fermentación de la leche hasta llegar a un pH de 4,6 o inferior, tras la fermentación el yogur se mantuvo en refrigeración durante 36 horas, finalmente se prepararon las siguientes mezclas con puré de higo para dar lugar a las formulaciones Control (0% higo), 10% de higo, 20% de higo, 30% higo y 40% higo. De cada formulación se prepararon 7 duquesitas, de las cuales 3 se reservaron para realizar los análisis tras 30 días de almacenamiento (T30). Del experimento completo se realizaron dos réplicas independientes. En la tabla 2 se exponen los lotes analizados

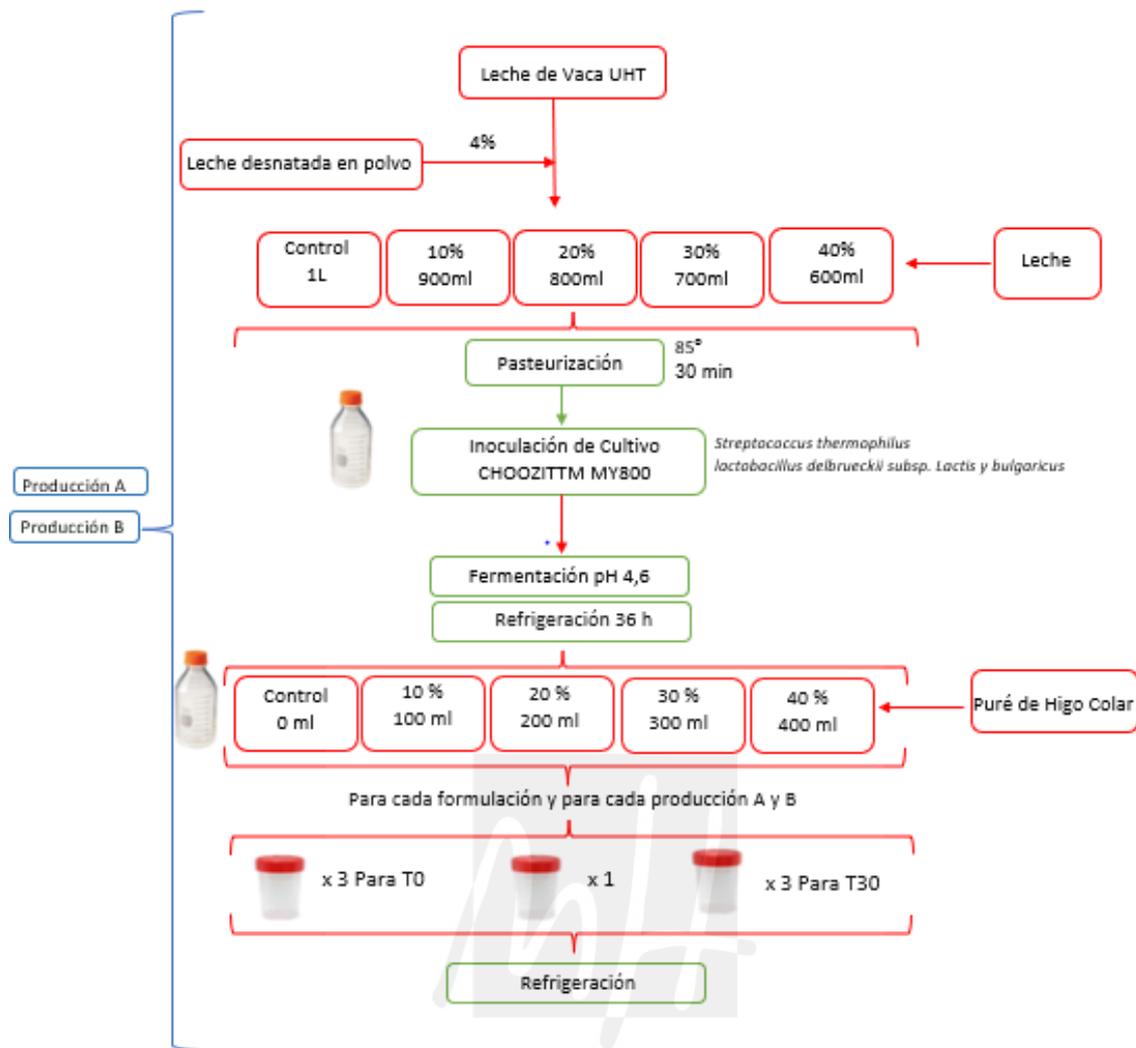


ILUSTRACIÓN 2. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA ELABORACIÓN DE YOGUR ENRIQUECIDO CON HIGO COLAR

TABLA 2. YOGURES ELABORADOS A PARTIR DE DOS LOTES DE YOGUR

Yogures estudiados

AC	Producción A, control
A10	Producción A, con 10% de puré de higo
A20	Producción A, con 20% de puré de higo
A30	Producción A, con 30% de puré de higo
A40	Producción A, con 40% de puré de higo
BC	Producción B, control
B10	Producción B, con 10% de puré de higo
B20	Producción B, con 20% de puré de higo
B30	Producción B, con 30% de puré de higo
B40	Producción B, con 40% de puré de higo



ILUSTRACIÓN 3. YOGUR CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PURÉ DE HIGO (0, 10, 20, 30 Y 40%)

3.2.3. Determinación de pH en el yogur

Se determinó el pH usando un medidor de pH (GLP 21 Crison, Alella, España)

3.2.4. Determinación del porcentaje de desuerado.

Para el estudio del desuerado (sinéresis) por centrifugación, pesamos en la balanza analítica (AG204 METTLER TOLEDO) mediante tubos de centrífuga 20g de cada muestra de yogur con higo, posteriormente introdujimos los tubos en la centrifuga (Sigma 3-18 K; Osterode y Harz, Alemania) durante 15min a 10.000 rpm después mediante la ayuda de pipetas pasteur, sacamos el sobrenadante que se generó en el yogur (desuerado) tras la centrifugación y lo introdujimos en un tubo previamente tarado para pesarlo en la balanza analítica.

3.2.5. Determinación de las coordenadas de color en el yogur

Se estudió el espacio de color CIEL*a*b de los yogures y se evaluaron las coordenadas L* (luminosidad), a* (verde-rojo) y b* (azul-amarillo) mediante un espectrofotómetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón), con un accesorio líquido CR-A70 (Minolta Camera Co., Osaka, Japón), con iluminante D65 y un observador de 10°. Se realizaron dos repeticiones por tipo cada muestra de yogur

3.2.6. Determinación de la viscosidad aparente

Se estudió la viscosidad aparente de las muestras de yogur con higo a una temperatura de 19,4°C con un viscosímetro rotacional ST-2020 se utilizó el husillo L-3 a una velocidad de 60rpm.

3.2.7. Microbiología

Se determinaron recuentos de bacterias lácticas, mohos y levaduras y enterobacterias. Se utilizó agar MRS (Man Rogosa Sharpe) para los recuentos de lactobacilos (incubados durante 48 h a 45°C en condiciones de microaerofilia proporcionadas por la doble capa de medio), M17 para los lactococos (incubados durante 24 h a 37°C, en condiciones de aerobiosis) agar Rosa de Bengala para mohos y levaduras (incubados durante 72 h a 26°C, en condiciones de aerobiosis) y VRGB (Bilis glucosa cristal

violeta rojo neutro) para enterobacterias (incubado durante 24h a 37°C en condiciones de microaerofilia proporcionadas por la doble capa de medio).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Material vegetal

4.1.1. Morfología y características colorimétricas del higo

Como podemos observar en la tabla 3, caracterización morfológica y parámetros de color del higo variedad colar no utilizado para la venta en fresco, el higo de variedad colar, tiene un porcentaje de pulpa mayor que de piel, presenta una forma aplanada ya que es más largo que ancho. Tiene una luminosidad baja por lo que presenta un color oscuro, tiende al color rojizo ya que el valor a* es positivo y al color azul ya que el valor b* está próximo al cero. El valor C* indica la intensidad del color, a mayor cromatismo menos gris y se observará un color más vivo, al presentar un valor bajo, el higo tiene una intensidad de color baja. El hue es el tono, al presentar un valor tan elevado indica que el higo presenta un color gris verdoso, que puede ser debido a que los higos fueron recolectados antes de su madurez óptima.

TABLA 3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PARÁMETROS DE COLOR DEL HIGO VARIEDAD COLAR NO UTILIZADO PARA LA VENTA EN FRESCO. REALIZADO CON HIGO LIOFILIZADO.

Variedad	Peso		Tamaño		Coordenadas de color externas				
	Fruta entera (g)	Pulpa (%)	Largo (mm)	Ancho (mm)	L*	a*	b*	c*	hue
Colar	48.48±0.82	93.79±0.29	60.48±0.91	43.69±1.24	27.01±0.25	3.74±0.25	0.24±0.15	3.83±0.25	157.26±31.44

4.1.2. Ácidos orgánicos y azúcares

Como se puede observar en la tabla 4, contenido de ácidos orgánicos, azúcares y fibra cruda de la pulpa y de la piel del higo variedad Colar no utilizado para la venta en fresco, el higo de variedad colar tiene mayor cantidad de ácido málico que de ácido cítrico y hay mayor cantidad de ácido málico en la pulpa que en la piel, sin embargo, el ácido cítrico es mayor en la piel que en la pulpa. (dos Anjos Cruz *et al* 2021; Hssaini *et al* 2020; Pereira *et al* 2017) estos resultados que hemos obtenido son similares a varios estudios sobre la caracterización fisicoquímica y nutricional de higos, con respecto a los azúcares se puede observar que la glucosa es el azúcar más abundante tanto en la pulpa como en la piel le sigue la fructosa sin haber una gran diferencia entre piel y pulpa con respecto a la glucosa, la sacarosa es el azúcar menos abundante es ligeramente mayor en la pulpa, con estos datos podemos decir que el higo de variedad colar va a tener un gran dulzor, ya que contiene una gran cantidad de glucosa y fructosa, estos resultados se pueden contrastar con varios estudios que reafirman nuestros resultados. (Wojdylo *et al* 2016; Caliskan *et al* 2011; Hssaini *et al* 2020; Pereira *et al* 2017) El porcentaje de fibra cruda es bastante alto en comparación con otras frutas y es mayor en la pulpa que en la piel. (Pereira *et al* 2017)

TABLA 4. CONTENIDO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS, AZÚCARES Y FIBRA CRUDA DE LA PULPA Y DE LA PIEL DEL HIGO VARIEDAD COLAR NO UTILIZADO PARA LA VENTA EN FRESCO. REALIZADO CON HIGO LIOFILIZADO

Variedad	Ácido Cítrico	Ácido Málico	Sacarosa	Glucosa	Fructosa	Fibra Bruta
	g / Kg ² (ps)					%
Pulpa CA	7.96±0.09	29.47±0.45	32.84±0.10	379.33±6.03	363.97±4.48	8.93±0.11
Piel CA	10.34±1.39	26.61±0.66	26.17±5.05	295.24±5.15	284.49±5.46	4.76±0.34

4.1.3. Capacidad antioxidante y fenoles totales

Para la determinación de la capacidad antioxidante no es suficiente con hacer solo un ensayo, sino que se necesita combinar varios (ABTS, DPPH Y FRAP) para tener un enfoque general. En la tabla 5, actividad antioxidante y fenoles totales de la pulpa y de la piel del higo variedad colar no utilizada para la venta en fresco, se puede observar que la mayor capacidad antioxidante se encuentra en la piel del higo, no tanto en la pulpa (Solomon *et al* 2006; Arvaniti *et al* 2019), estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en otros estudios. Según datos científicos hay una alta relación entre la capacidad antioxidante y la cantidad de polifenoles (Solomon *et al* 2006; Arvaniti *et al* 2019), como se puede observar en la tabla 5, la mayor cantidad de polifenoles se encuentra en la piel, por lo que nuestros resultados concuerdan con varios estudios. (Solomon *et al* 2006; Del Caro *et al* 2008; Arvaniti *et al* 2019)

TABLA 5. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y FENOLES TOTALES DE LA PULPA Y DE LA PIEL DEL HIGO VARIEDAD COLAR NO UTILIZADA PARA LA VENTA EN FRESCO. REALIZADO CON HIGO LIOFILIZADO

Variedad	ABTS	DPPH	FRAP	Polifenoles
	mM Trolox dm			g/kg
Pulpa CA	6.56±0.87	51.84±1.91	7.46±0.76	3.53±0.05
Piel CA	38.47±2.38	42.09±4.25	54.88±2.32	14.72±0.19

4.1.4. Color del puré de higo.

Una vez pasterizado el higo se volvió a determinar el color, en la tabla 6 se exponen los resultados obtenidos y puede evidenciarse que, a causa del tratamiento térmico en la luminosidad no se observan diferencias significativas, sin embargo, con respecto a al resto de parámetros sí. El valor a* aumenta ligeramente lo que significa que el puré con respecto al higo fresco tiene un color más rojo, el parámetro b* también aumenta por lo que significa que el puré tiene un color más amarillo que el higo fresco, con respecto al valor c* aumenta lo que quiere decir que la intensidad o saturación de color es mayor que la del higo fresco, el valor hue que hace referencia al tono disminuye bastante con respecto al higo fresco lo que quiere decir que el puré presenta un tono purpura, esto puede ser debido a que los higos utilizados para hacer el puré estaban en su madurez óptima.

TABLA 6. PARÁMETROS DE COLOR EN EL PURÉ DE HIGO PASTEURIZADO

Color del puré de higo					
	L*	a*	b*	C*	hue
	26,6	5,9	3,7	7	32,3
	27,4	5,6	3,3	6,5	30,1

4.2. Leche fermentada

4.2.1. pH

Según el Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur, estos deben alcanzar un pH igual o inferior de 4,6. Como se puede observar en la tabla 7, evolución del pH en yogures con higo a diferentes niveles de inclusión (0,10,20,30 y 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración, no se aprecian cambios significativos a lo largo del tiempo en los yogures con las diferentes concentraciones de puré de higo. Esto parece indicar que la presencia del puré no afecta a la acidificación del yogur.

TABLA 7. EVOLUCIÓN DEL pH EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

pH	TIEMPO 0		TIEMPO 30	
	Muestra	pH	Muestra	pH
	AC	4,2		4,2
	A10	4,3		4,2
	A20	4,4		4,3
	A30	4,4		4,4
	A40	4,4		4,4
	BC	4,3		4,3
	B10	4,3		4,3
	B20	4,4		4,3
	B30	4,3		4,4
	B40	4,4		4,4

A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40)

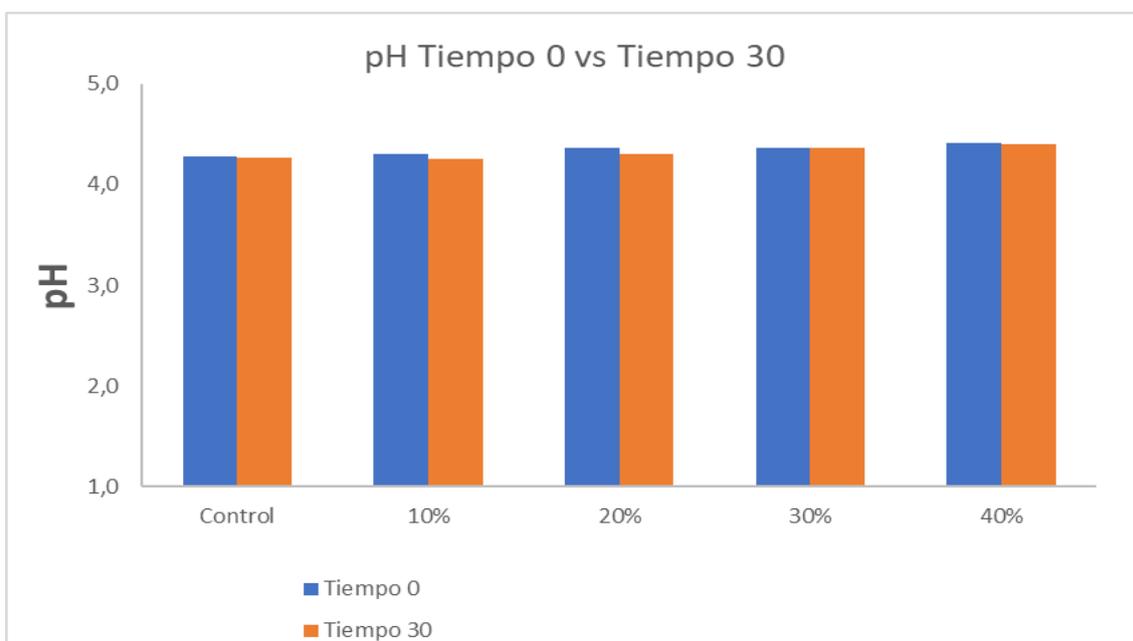


ILUSTRACIÓN 4. EVOLUCIÓN DEL PH EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

4.2.2. Porcentaje de desuerado

Como se puede apreciar en la tabla 8, evolución del desuerado en yogures, nivel de inclusión (0,10,20,30 y 40%) a tiempo 0 y tras 30 días de almacenamiento en refrigeración, el desuerado va disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de higo. Tras el almacenamiento se observa diferencias significativas en la concentración de 30% y 40% de puré, en el resto de concentraciones tras el almacenamiento no se observan diferencias significativas. Por tanto, los componentes del puré de higo están ayudando al mantenimiento de la estabilidad del gel. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el estudio de yogur con caqui en el que disminuía el desuerado a lo largo del tiempo con la mayor cantidad de caqui añadida al yogur (khatoon *et al* 2021).

TABLA 8. EVOLUCIÓN DEL DESUERADO EN YOGURES, NIVEL DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN.

Desuerado	TIEMPO 0	TIEMPO 30
AC	14,3 ab	69,7 ab
10A	13,2 bc	65,9 c
20A	12,2 cd	61,3 d
30A	12,2 cd	57,4 e
40A	11,1 d	53,1 f
BC	14,6 a	71,0 a
10B	14,4 a	67,5 bc
20B	13,1 a	61,3 d
30B	11,9 d	58,6 de
40B	11,1 d	52,1 f
Pr > F	0,0	0,0
Significativo	***	***

A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40)

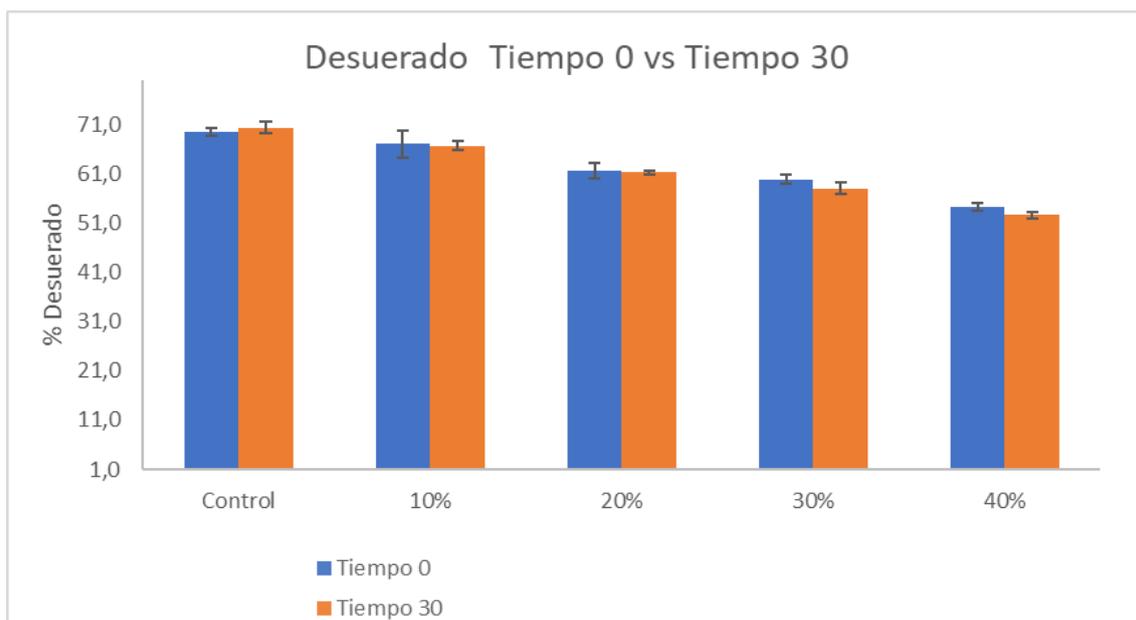


ILUSTRACIÓN 5. EVOLUCIÓN DEL DESUERADO EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

4.2.3. Coordenadas de color

El color es el principal factor sensorial que influye en la aceptabilidad de los alimentos para su consumo. Los parámetros de color para las formulaciones de yogur con higo se muestran en las tablas 9 y 10. La adición de higo disminuyó la luminosidad de las muestras de 98,25 de la muestra control a 71,91 la muestra al 40% de puré de higo, mientras que los valores de a^* y b^* aumentan cuanto mayor es la proporción de higo añadida, lo que demuestra que el yogur enriquecido con higo fue más oscuro, rojo y amarillo que el yogur control. Estos colores pueden deberse al color característico del puré de higo. Tras el almacenamiento se comprobó que hay diferencias significativas, disminuye los valores de L^* y a^* y aumentan los parámetros de b^* lo que quiere decir que el yogur enriquecido con higo se vuelve más oscuro, más amarillo y menos rojo tras el almacenamiento. Esto puede ser debido a la oxidación de algunos nutrientes presentes en el higo.

TABLA 9. EVOLUCIÓN DEL COLOR EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0

COLOR T0

	L*	a*	b*	c*	h*
AC	97,6 a	0,0 f	2,4 hi	2,4 f	89,2 a
A10	89,1 b	4,7 e	2,7 ghi	5,4 e	30,5 efg
A20	83,1 c	7,0 cd	3,4 fgh	7,8 d	26,1 h
A30	78,0 d	8,6 b	4,7 cd	9,8 b	28,4 gh
A40	72,0 e	9,8 a	5,5 bc	11,3 a	29,4 fgh
BC	97,9 a	0,2 f	2,3 i	2,3 f	84,3 b
B10	88,6 b	4,5 e	2,67 ghi	5,2 e	30,6 efg
B20	82,8 c	7,1 c	3,9 def	8,1 d	28,7 fgh
B30	78,2 d	8,4 b	4,6 cde	9,6 bc	28,7 fgh
B40	72,0 e	9,7 a	5,6 bc	11,2 a	30,1 efg
AP1	26,7 fg	6,8 cd	7,7 a	10,3 ab	48,4 d
AP1	27,7 f	9,0 ab	5,2 c	10,4 ab	29,8 efg
AP2	25,2 fg	4,6 e	6,4 b	7,9 d	54,2 c
DP1	24,6 g	6,2 d	3,6 efg	7,2 d	30,0 efg
DP1	26,1 fg	6,8 cd	3,5 fg	7,6 d	27,2 gh
DP2	24,7 g	7,0 cd	4,7 cd	8,4 cd	33,6 ef
DP2	24,4 g	6,8 cd	4,8 cd	8,4 d	35,2 e
Pr > F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Significativo	***	***	***	***	***

A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). AP COLOR PURÉ DE HIGO ANTES DE PASTEURIZAR. DP PURÉ DE HIGO DESPUÉS DE PASTEURIZAR.

TABLA 10. EVOLUCIÓN DEL COLOR EN YOGURES CON HIGO, NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

COLOR T30

	L*	a*	b*	c*	h*
AC	83,7 a	2,4 f	6,0 f	6,5 f	67,9 b
A10	77,2 b	0,6 g	6,9 de	6,9 def	85,0 a
A20	72,0 c	3,2 de	7,1 cde	7,8 cd	65,4 bc
A30	66,4 d	4,7 c	7,6 bcd	8,9 b	57,9 de
A40	61,5 e	6,3 b	8,2 ab	10,3 a	52,6 f
BC	84,8 a	2,6 ef	6,2 f	6,7 ef	66,9 b
B10	76,8 b	0,2 g	7,1 cde	7,1 def	88,4 a
B20	71,4 c	2,8 ef	7,0 de	7,5 cde	68,4 b
B30	65,9 d	4,6 c	7,7 bc	9,0 b	59,1 d
B40	61,4 e	5,8 b	8,0 ab	9,9 a	54,3 f
AP1	26,4 fg	6,1 b	8,6 a	10,5 a	54,8 ef
AP1	27,0 f	8,2 a	6,3 ef	10,3 a	37,8 hi
AP2	24,7 gh	3,8 d	7,3 cd	8,2 bc	62,6 c
DP1	25,7 fgh	6,0 b	4,4 g	7,4 cdef	36,3 i
DP1	24,2 h	5,4 bc	4,6 g	7,1 cdef	40,5 ghi
DP2	24,2 h	6,2 b	5,6 f	8,4 bc	42,1 gh
DP2	23,9 h	6,0 b	5,8 f	8,4 bc	44,0 g
Pr > F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Significativo	***	***	***	***	***

A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). AP COLOR PURÉ DE HIGO ANTES DE PASTEURIZAR. DP PURÉ DE HIGO DESPUÉS DE PASTEURIZAR.

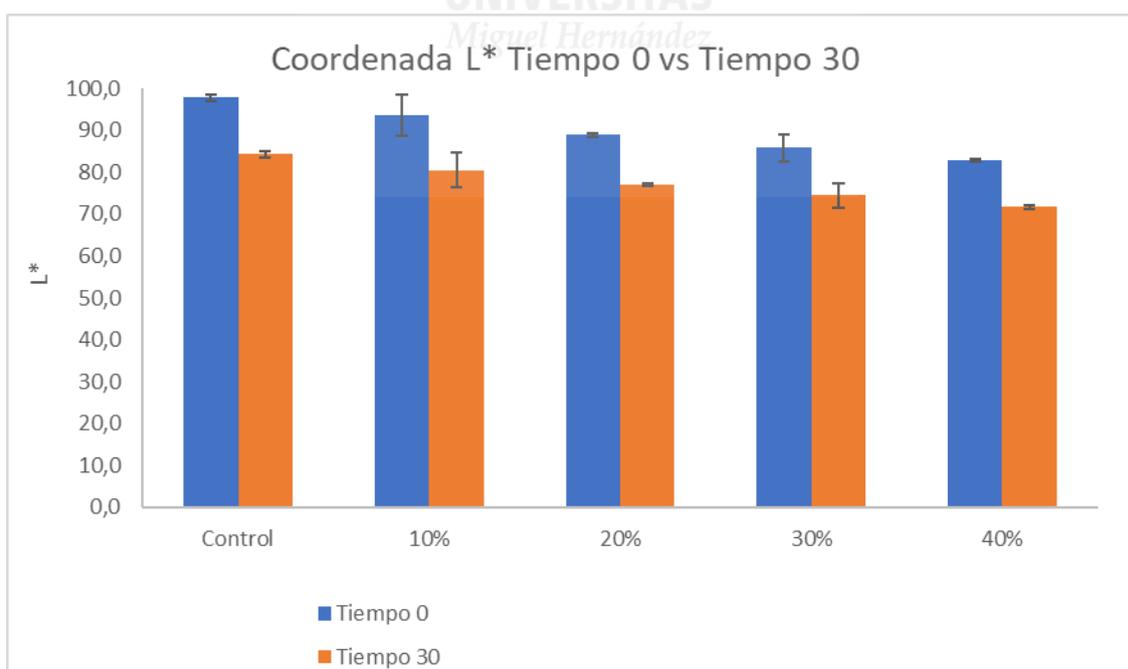


ILUSTRACIÓN 6. COORDENADA L* EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0. 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

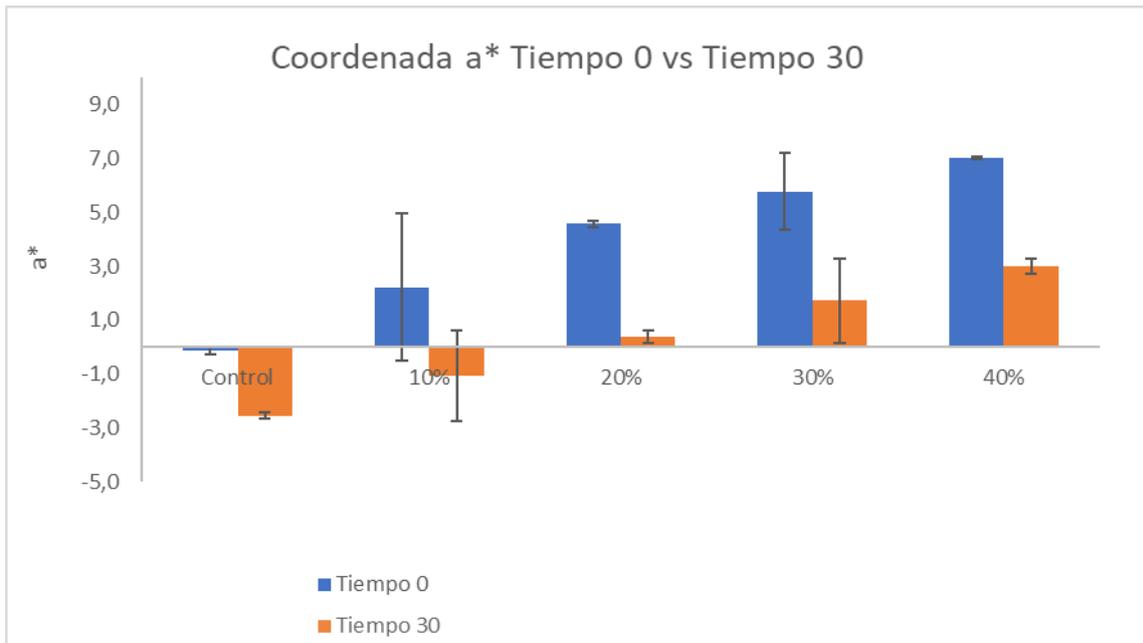


ILUSTRACIÓN 7. COORDENADA A* EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

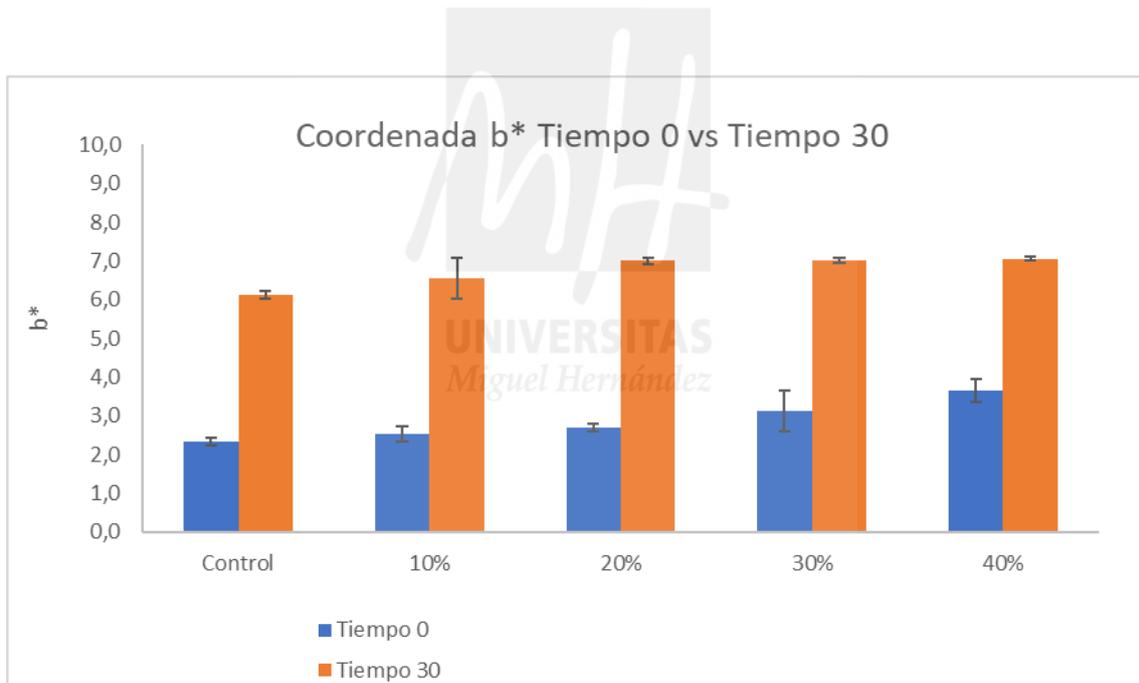


ILUSTRACIÓN 8. COORDENADA B* EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

4.2.4. Viscosidad aparente

Como se puede observar la viscosidad aparente aumenta con la concentración de puré de higo, puede ser debido a la gran concentración de sólidos totales añadidos, la cantidad de sólidos determina la viscosidad del líquido del yogur, por lo que la viscosidad también se puede utilizar como índice de la cantidad de sólidos contenidos en el líquido. La viscosidad también puede estar relacionada con la fibra que aporta el higo al yogur, la mayor cantidad de fibra aportada al yogur es fibra soluble (Bauzá Florit et

al 2018) lo que quiere decir que la fibra soluble en contacto con el agua forma geles lo que da lugar a soluciones viscosas (Escudero Alvarez *et al* 2006). Por problemas técnicos no se pudo medir la viscosidad a los 30 días.

TABLA 11. VISCOSIDAD APARENTE EN YOGURES CON HIGO, NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40%) A TIEMPO 0

Resumen (Medias LS)		
	Viscosidad aparente (mPas)	% Fondo de escala
AC	748,9 c	37,4 d
A10	1195,4 c	59,8 bc
A20	1591,2 c	79,6 a
A30	1473,7 c	73,7 ab
A40	7900,2 a	65,8 ab
BC	778,4 c	38,9 d
B10	868,4 c	43,4 cd
B20	1311,6 c	43,7 cd
B30	4585,2 b	74,3 ab
B40	7574,6 a	63,1 ab
Pr > F	0,000	0,000
Significativo	***	***

A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40)

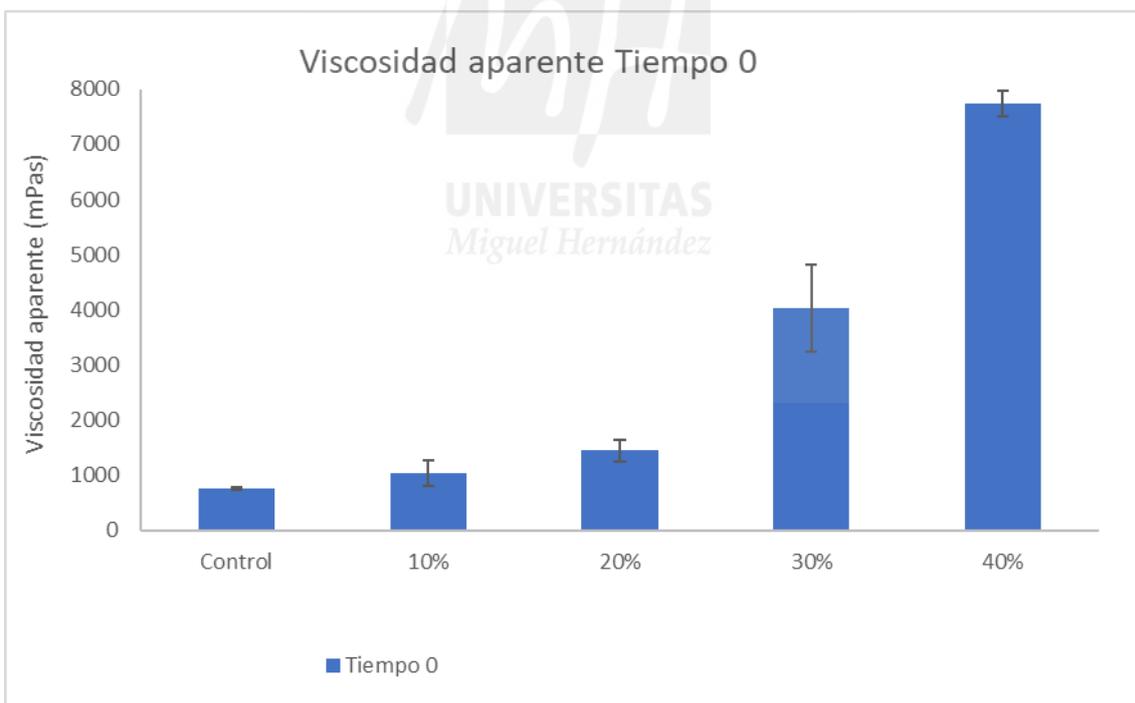


ILUSTRACIÓN 9. VISCOSIDAD APARENTE EN YOGURES CON HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN ((0,10,20,30 Y 40%) A TIEMPO 0.

4.2.5. Recuentos microbianos

Los recuentos microbiológicos a tiempo 0 y tras 30 días en refrigeración se reflejan en la tabla 12 y 13. Como se puede observar hay crecimiento de enterobacterias, levaduras y mohos, lo que significa que hay contaminación en las muestras. Estos aumentan tras los 30 días en refrigeración. Esto sugiere que una de las causas posibles de contaminación puede ser debida a una higienización y pasteurización incorrecta del puré. Para comprobarlo se necesita realizar más ensayos. También puede ser debido a una contaminación ambiental durante el procedimiento. Los lactobacillus y lactococos se encuentran en las cantidades adecuadas según el Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur, (UFC/g $\geq 10^7$). Los lactobacillus disminuyen considerablemente tras los 30 días en refrigeración. Los lactococos sin embargo aumentan su crecimiento, que puede ser debido a la mayor cantidad de azúcares presentes en el yogur por la adición de puré de higo. Estos resultados se pueden comparar con los de otros estudios en los que se observa mayor crecimiento microbiano en yogures con fruta (Boycheva *et al.*, 2011; Celik *et al.*, 2006). El mayor crecimiento microbiano en los yogures con fruta se relaciona con la adición de fibra que aporta la fruta al yogur mejorando la viabilidad probiótica (do Espiritu Santo *et al.*, 2012. Por el contrario, hay otros artículos científicos en los que la adición de fruta al yogur disminuye los recuentos microbiológicos (Cakmakci *et al.*, 2012). Los recuentos microbiológicos pueden ser alterados por las diferentes frutas añadidas, el método de realizar el proceso o la duración del almacenamiento (Kamber *et al.*, 2019)

TABLA 12. RECUEENTOS MICROBIOLÓGICOS EN YOGURES CON HIGO, NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) A TIEMPO 0

Microbiología Tiempo 0 (log UFC/g)	EB	Levaduras	Mohos	Lab	Lac
AC	0,5 bc	0,0 a	1,0 a	7,0 cd	9,3 a
A10	0,0 c	0,0 a	2,2 a	7,2 cd	9,2 a
A20	0,0 c	0,0 a	1,0 a	7,9 a	8,7 a
A30	1,2 ab	0,0 a	2,2 a	7,2 cd	8,8 a
A40	2,2 a	0,0 a	2,3 a	7,6 ab	9,1 a
BC	1,5 ab	0,0 a	1,2 a	7,1 cd	9,4 a
B10	1,9 a	1,0 a	1,2 a	7,4 bc	9,5 a
B20	1,7 a	0,0 a	0,0 a	6,9 d	9,1 a
B30	0,0 c	0,0 a	0,0 a	7,3 bcd	9,0 a
B40	1,2 ab	0,0 a	0,0 a	7,6 ab	9,5 a
Pr > F	0,0	0,5	0,2	0,0	0,4
Significativo	***	NS	NS	***	NS

EB: ENTEROBACTERIAS, LAB: LACTOBACILLUS, LAC: LACTOCOCOS. A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). 0,0 NO DETECTADO EN 0,01 G LEVADURAS Y MOHOS. 0,0 NO DETECTADO EN 0,1 G ENTEROBACTERIAS, LACTOBACILLUS Y LACTOCOCOS

TABLA 13. RECUENTOS MICROBIOLÓGICOS EN YOGURES CON HIGO, NIVELES DE INCLUSIÓN (0, 10, 20, 30 Y 40%) TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

Microbiología Tiempo 30 (log UFC/g)					
	EB	Levaduras	Mohos	Lab	Lac
AC	0,9 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	10,2 a
A10	1,8 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	5,0 a
A20	2,1 a	1,0 a	1,0 a	5,3 a	10,0 a
A30	2,2 a	0,0 a	0,0 a	2,8 a	9,6 a
A40	2,3 a	0,0 a	0,0 a	2,5 a	9,7 a
BC	0,5 a	0,0 a	1,0 a	0,0 a	10,0 a
B10	0,8 a	0,0 a	2,0 a	0,0 a	9,6 a
B20	1,9 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	9,1 a
B30	2,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	9,9 a
B40	2,2 a	1,0 a	0,0 a	2,5 a	9,8 a
Pr > F	0,1	0,6	0,1	0,2	0,5
Significativo	NS	NS	NS	NS	NS

EB: ENTEROBACTERIAS, LAB: LACTOBACILLUS, LAC: LACTOCOCOS. A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). 0,0 NO DETECTADO EN 0,01 G LEVADURAS Y MOHOS. 0,0 NO DETECTADO EN 0,1 G ENTEROBACTERIAS, LACTOBACILLUS Y LACTOCOCOS

TABLA 14. RECUENTOS MICROBIOLÓGICOS EN YOGURES CON HIGO A TIEMPO 0 Y TRAS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN

Microbiología interacción factor Tiempo (log UFC/g)					
	EB	Levaduras	Mohos	Lab	Lac
T0	1,0 b	0,1 a	1,1 a	7,3 a	9,1 a
T30	1,7 a	0,2 a	0,4 b	1,3 b	9,3 a
Pr > F	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6
Significativo	***	NS	*	***	NS

EB: ENTEROBACTERIAS, LAB: LACTOBACILLUS, LAC: LACTOCOCOS. A, PRIMERA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). B, SEGUNDA PRODUCCIÓN DE YOGUR CON PURÉ DE HIGO A DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN (0,10,20,30 Y 40). 0,0 NO DETECTADO EN 0,01 G LEVADURAS Y MOHOS. 0,0 NO DETECTADO EN 0,1 G ENTEROBACTERIAS, LACTOBACILLUS Y LACTOCOCOS

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que hemos llegado tras realizar este estudio son las siguientes.

El higo contiene mayor cantidad de pulpa que de piel, este fruto presenta gran dulzor debido al conjunto de azúcares que contiene en la pulpa (glucosa y fructosa) aparte de estos azúcares también aporta una alta cantidad de fibra en comparación con otros frutos, la presencia de estos azúcares y fibra hace que la viscosidad del yogur sea mayor que la de uno sin adición de fruta. Complementar el yogur con higo hace que este producto proporcione antioxidantes ya que el higo contiene polifenoles tanto en la piel como en la pulpa, estos antioxidantes también confieren el color rojizo al yogur, los cuales se oxidan con el tiempo y el yogur pierde ese color rojizo y adquiere uno amarillento. La incorporación del puré de higo no afecta a la acidificación del yogur. La disminución del desuerado con respecto a la mayor adición de

puré de higo nos hace llegar a la conclusión de que este ayuda a la estabilidad estructural del yogur a lo largo del tiempo posiblemente por la retención de agua por la fibra del higo. Debido a los recuentos que se han observado es necesario desarrollar un puré de higo microbiológicamente estable para evitar la presencia de enterobacterias. La adición de puré le confiere al yogur otros nutrientes que aportan beneficios para la salud.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera-Ortíz, M., del Carmen Reza-Vargas, M., Madinaveitia, R. G. C., Valenzuela, J. A., & Baca, P. R. (2012). Antocianinas de higo como colorantes para yogur natural. *Biotechnia*, 14(1), 18-24.

Arvaniti, O. S., Samaras, Y., Gatidou, G., Thomaidis, N. S., & Stasinakis, A. S. (2019). Review on fresh and dried figs: Chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects. *Food Research International*, 119, 244-267.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. doi:[https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. doi:10.1006/abio.1996.0292

BoyCheVa, S., Dimitrov, T., NayDeNoVa, N., & MihayloVa, G. (2011). Quality characteristics of yogurt from goat's milk, supplemented with fruit juice. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(1), 24-30.

Bauzá Florit, C. (2018). Fibra alimentaria: Caracterización Físicoquímica de Variedades Autóctonas de Higo (*Ficus carica*) de las Islas Baleares. *UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ*

Celik, S. E. R. A. F. E. T. T. İ. N., Bakırcı, I., & Şat, I. G. (2006). Physicochemical and organoleptic properties of yogurt with cornelian cherry paste. *International Journal of Food Properties*, 9(3), 401-408.

Çalışkan, O., & Polat, A. A. (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 128(4), 473-478.

Çakmakçı, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M., & Erdoğan, A. (2012). Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 36(3), 231-237.

Cano-Lamadrid, M., Galindo, A., Collado-González, J., Rodríguez, P., Cruz, Z. N., Legua, P., . . . Hernández, F. (2018). Influence of deficit irrigation and crop load on the yield and fruit quality in Wonderful and Mollar de Elche pomegranates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(8), 3098-3108. doi:10.1002/jsfa.8810

Del Caro, A., & Piga, A. (2008). Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*, 226(4), 715-719.

do Espírito Santo, A. P., Cartolano, N. S., Silva, T. F., Soares, F. A., Gioielli, L. A., Perego, P., ... & Oliveira, M. N. (2012). Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3), 135-144.

Dos Anjos Cruz, J. M., Corrêa, R. F., Lamarão, C. V., Kinupp, V. F., Sanches, E. A., Campelo, P. H., & de Araújo Bezerra, J. (2021). Ficus spp. fruits: Bioactive compounds and chemical, biological and pharmacological properties. *Food Research International*, 110928.

Escudero Alvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). Dietary fibre. *Nutricion hospitalaria*, 21, 61-72.

Feng, C., Wang, B., Zhao, A., Wei, L., Shao, Y., Wang, Y., ... & Zhang, F. (2019). Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. *Food chemistry*, 277, 238-245.

Fadda, S., Lopez, C., Vignolo, G., Ferrari, A., Vinderola, C., & Weill, R. (2020). Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura. Editorial Instituto Danone.

Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(10), 572-584.

Hertanto, B. S., & Pramono, A. (2019, October). Physical and hedonic properties of cow milk yogurt containing different levels of avocado pulp (Persea americana, Mill). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 633, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.

Hssaini, L., Charafi, J., Razouk, R., Hernández, F., Fauconnier, M. L., Ennahli, S., & Hanine, H. (2020). Assessment of morphological traits and fruit metabolites in eleven fig varieties (*Ficus carica* L.). *International Journal of Fruit Science*, 20(sup2), 8-28.

Kamber, U., & Harmankaya, S. (2019). The effect of fruits to the characteristics of fruit yogurt. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 56(2).

Khorshidian, N., Yousefi, M., & Mortazavian, A. M. (2020). Fermented milk: The most popular probiotic food carrier. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 94, pp. 91-114). Academic Press.

Kowaleski, J., Quast, L. B., Steffens, J., Lovato, F., dos Santos, L. R., da Silva, S. Z., ... & Felicetti, M. A. (2020). Functional yogurt with strawberries and chia seeds. *Food Bioscience*, 37, 100726.

Khatoon, N., Ali, S., Liu, N., & Muzammil, H. S. (2021). Preparation and Quality Assessment of Fruit Yoghurt with Persimmon (*Diospyros kaki*): Quality assessment of fruit yoghurt with persimmon. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 58(1), 111-128.

Mahmoudi, S., Barrocas Dias, C., Manhita, A., Boutoumi, H., & Charif, R. (2021). Formulation of goat's milk yogurt with fig powder: Aromatic profile, physicochemical and microbiological characteristics. *Food Science and Technology International*, 27(8), 712-725.

MAPA. 2022. https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cuadro_b_2019_tcm30-540275.pdf, consultado el 28 de junio de 2022.

Nagpal, R., Kumar, A., Kumar, M., Behare, P. V., Jain, S., & Yadav, H. (2012). Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. *FEMS microbiology letters*, 334(1), 1-15.

Pereira, C., López Corrales, M., Martín, A., Villalobos, M. D. C., Córdoba, M. D. G., & Serradilla, M. J. (2017). Physicochemical and nutritional characterization of brebas for fresh consumption from nine fig varieties (*Ficus carica* L.) grown in Extremadura (Spain). *Journal of Food Quality*, 2017.

Pujato, S., Páez, R., Peralta, G., Suárez, V., Lloréns, D., Ale, E., ... & Vaudagna, S. (2021). Avances y tendencias en la industria láctea: la contribución argentina desde el INLAIN.

Quiñones, M., Miguel, M., & Alexandre, A. (2012). The polyphenols, naturally occurring compounds with beneficial effects on cardiovascular disease. *Nutrición hospitalaria*, 27(1), 76-89.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3

REGLAMENTO (CE) No 1333/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios. Artículo 8; condiciones específicas para los colorantes

Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299, 152–178.

Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H. E., ... & Flaishman, M. A. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(20), 7717-7723.

Sánchez, E. M., Calín-Sánchez, A., Carbonell-Barrachina, A. A., Melgarejo, P., Hernández, F., & Martínez-Nicolás, J. J. (2014). Physicochemical characterisation of eight Spanish mulberry clones: Processing and fresh market aptitudes. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 477-483. doi:10.1111/ijfs.12325

SUPERFICIES Y PROPIEDADES DE CULTIVOS 7.9.12.2. FRUTALES DE FRUTO FRESCO NO CÍTRICOS-HIGUERA: Análisis provincial de superficie, árboles diseminados, rendimiento y producción, 2018 https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2019/CAPITULOSPDF/CAPITULO07/pdfc07_9.12.2.pdf

Teruel-Andreu, C., Andreu-Coll, L., López-Lluch, D., Sendra, E., Hernández, F., & Cano-Lamadrid, M. (2021). *Ficus carica* fruits, by-products and based products as potential sources of bioactive compounds: A review. *Agronomy*, 11(9), 1834.

Vogado CDO, Leandro EDS, Zandonadi RP, De Alencar ER, Ginani VC, Nakano EY, Habú S, Aguiar PA. (2018) Enrichment of Probiotic Fermented Milk with Green Banana Pulp: Characterization Microbiological, Physicochemical and Sensory. *Nutrients*. 2018; 10(4):427. <https://doi.org/10.3390/nu10040427>

Wojdyło, A., Nowicka, P., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Hernández, F. (2016). Phenolic compounds, antioxidant and antidiabetic activity of different cultivars of *Ficus carica* L. fruits. *Journal of Functional Foods*, 25, 421-432.