

Caracterización de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo (*Cicer arietinum* L.)

Characterization of Yogurt Base Enriched with Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Extract

Caracterização da Base de Iogurte Enriquecida com Extrato de Grão-de-Bico (*Cicer arietinum* L.)

Castro Basurto Alexandra Victoria¹
Instituto Superior Tecnológico Tsá'chila
alexandracastrobasurto@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-8790-8338>



Morejón Ruiz Andrea Silvana²
Instituto Superior Tecnológico Tsá'chila
andreamorejon@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5599-5733>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1117>

Como citar:

Castro, B. & Morejón, A. (2025). Caracterización de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2139-2162.

Recibido: 20/06/2025

Aceptado: 21/07/2025

Publicado: 30/09/2025

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar una base de yogur enriquecida con extracto de garbanzo (*Cicer arietinum L.*), mediante la evaluación de sus propiedades físico-químicas, bromatológicas, minerales y sensoriales. El estudio se desarrolló en Santo Domingo de los Tsáchilas bajo un enfoque mixto y un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (0%, 30%, 50% y 70% de extracto de garbanzo) y tres repeticiones. El tratamiento T2 (30% garbanzo – 70% leche) presentó los mejores resultados: pH, acidez y sólidos solubles totales dentro de los rangos establecidos por la Norma NTE INEN 2395:2011. A nivel bromatológico, destacó con 6,27% de proteína, 3,74% de grasa y 5,12% de fibra, superando ampliamente a yogures tradicionales y veganos. El análisis mineral evidenció altos niveles de calcio (890 mg), potasio (520 mg) y hierro (3,6 mg), sin afectar la funcionalidad del producto. Sensorialmente, T2 fue el más aceptado, mientras que concentraciones mayores de garbanzo redujeron la aceptación por sabores vegetales intensos. Se concluye que es viable enriquecer yogur con hasta 30% de extracto de garbanzo, logrando un alimento funcional, tecnológicamente estable y con alto valor nutricional, sin comprometer su aceptación ni los requisitos normativos.

Palabras clave: Alimentación, calcio, hierro, análisis químico, industria alimentaria

Abstract

The present research aimed to characterize a yogurt base enriched with chickpea (*Cicer arietinum L.*) extract through the evaluation of its physicochemical, bromatological, mineral, and sensory properties. The study was conducted in Santo Domingo de los Tsáchilas under a mixed approach and a completely randomized design with four treatments (0%, 30%, 50%, and 70% chickpea extract) and three replications. Treatment T2 (30% chickpea – 70% milk) showed the best results: pH, acidity, and total soluble solids within the ranges established by NTE INEN 2395:2011. From a bromatological perspective, it stood out with 6.27% protein, 3.74% fat, and 5.12% fiber, largely surpassing traditional and vegan yogurts. The mineral analysis revealed high levels of calcium (890 mg), potassium (520 mg), and iron (3.6 mg), without affecting the product's functionality. Sensory analysis indicated that T2 was the most accepted, while higher concentrations of chickpea reduced acceptance due to intense vegetal flavors. It is concluded that enriching yogurt with up to 30% chickpea extract is feasible, resulting in a functional food that is technologically stable and nutritionally rich, without compromising consumer acceptance or regulatory requirements.

Keywords: Nutrition, calcium, iron, chemical analysis, food industry

Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo caracterizar uma base de iogurte enriquecida com extrato de grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*), por meio da avaliação de suas propriedades físico-químicas, bromatológicas, minerais e sensoriais. O estudo foi desenvolvido em Santo Domingo de los Tsáchilas com uma abordagem mista e um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (0%, 30%, 50% e 70% de extrato de grão-de-bico) e três repetições. O tratamento T2 (30% grão-de-bico – 70% leite) apresentou os melhores resultados: pH, acidez

e sólidos solúveis totais dentro dos intervalos estabelecidos pela Norma NTE INEN 2395:2011. No nível bromatológico, destacou-se com 6,27% de proteína, 3,74% de gordura e 5,12% de fibra, superando amplamente os iogurtes tradicionais e veganos. A análise mineral evidenciou altos níveis de cálcio (890 mg), potássio (520 mg) e ferro (3,6 mg), sem afetar a funcionalidade do produto. Sensorialmente, o T2 foi o mais aceito, enquanto maiores concentrações de grão-de-bico reduziram a aceitação devido aos sabores vegetais intensos. Conclui-se que é viável enriquecer iogurte com até 30% de extrato de grão-de-bico, obtendo um alimento funcional, tecnologicamente estável e com alto valor nutricional, sem comprometer sua aceitação nem os requisitos normativos.

Palavras-chave: Alimentação, cálcio, ferro, análise química, indústria alimentícia.

Introducción

En el dinámico campo de la agroindustria, la innovación en el desarrollo de alimentos que combinen valor nutricional y accesibilidad para el consumidor cobra cada vez mayor relevancia. Siendo los productos lácteos fermentados con mayor reconocimiento por su aporte de nutrientes esenciales y sus beneficios para la salud (Babio, 2017). No obstante, la búsqueda constante por optimizar el perfil nutricional de estos productos y explorar fuentes alternativas de nutrientes se mantiene como una línea de investigación activa.

En la industria agroalimentaria, cada día los consumidores exigen productos que no solo mantengan estándares de calidad, sino que aporten valor nutritivo para las personas, dentro de estos productos se optado por el yogur entero por sus beneficios nutricionales y su alta aceptación en el mercado, siendo que el 2023 el consumo per cápita de este alimento fue 8 kilogramos ubicándolo en el segundo producto lácteo más consumido a nivel mundial (Orús, 2024).

Mientras que en el Ecuador el yogur se ha consolidado como uno de los productos lácteos de mayor presencia en los hogares, donde ha sido percibido no solo como un alimento sino como una opción de alimentación saludable que lo consume y sobre todo aptas para todas las edades, sin embargo, los malos hábitos alimenticios siguen generando que se eleve la desnutrición crónica uno de los mayores problemas de salud pública en el país. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas para que los productos convencionales agroindustriales puedan

ser enriquecidos, como es el yogur, con ingredientes funcionales que mejoren su perfil nutricional y puedan aportar beneficios adicionales para la salud.

Hoy en día, las diversas investigaciones han podido demostrar el valor nutricional y funcional de las proteínas vegetales, colocándolas como una alternativa viable se utilizan diferentes tipos de proteínas vegetales, poniéndoles como una alternativa viable frente a las proteínas de origen animal, que ofrecen beneficios adicionales para la salud debido a las investigaciones son fuente de proteínas entre otros beneficios, como la reducción de riesgos de enfermedades cardíacas, diabetes tipo 2 y cáncer, además de mejorar la salud digestiva.

Entre una de ellas, existe el garbanzo aportándonos por cada 100 g de este alimento 22 gramos(g) de proteína, con un contenido de fibra dietética, almidón resistente, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas (destacar las vitaminas del grupo B, en especial el folato) y minerales (especialmente calcio, magnesio y potasio), esto podría variar ligeramente dependiendo del tipo de garbanzo

La creciente demanda por fuentes de proteína diversificadas, incluyendo aquellas de origen vegetal, ha impulsado el interés en la incorporación de leguminosas como el garbanzo (*Cicer arietinum L.*) en matrices alimentarias tradicionales.

Es necesario poder enriquecer productos convencionales para brindar mayores opciones de alimentación basándose en nutrición de las personas

Metodología

Ubicación y duración

El estudio se realizó en la Planta de Procesos de Alimentos del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila (Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador) entre marzo y julio de 2025.

Diseño y enfoque

La investigación tuvo un enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo) y se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos de sustitución de leche por

extracto de garbanzo (0%, 30%, 50% y 70%) y tres repeticiones, sumando 12 unidades experimentales.

Modalidad de investigación

- ✓ **Documental:** revisión bibliográfica para sustentar marco teórico, formulación experimental y discusión.
- ✓ **Experimental:** formulación de base de yogur con diferentes proporciones de extracto de garbanzo, evaluada mediante análisis fisicoquímicos, bromatológicos, minerales y sensoriales.

Nivel de investigación

- ✓ **Exploratoria:** incorporación del extracto de garbanzo como ingrediente alternativo en un producto lácteo.
- ✓ **Descriptiva:** caracterización de las propiedades sensoriales, fisicoquímicas, bromatológicas y minerales.
- ✓ **Explicativa:** interpretación de los resultados en relación con la literatura científica.

Población y muestra

La población correspondió a la base de yogur elaborada con diferentes proporciones de extracto de garbanzo.

Para el análisis sensorial, se aplicó una prueba hedónica a una muestra de 128 estudiantes de la carrera de Agroindustria, seleccionados aleatoriamente a partir de un universo de 190 (nivel de confianza 95%).

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- ✓ **Fisicoquímicos:** pH (potenciómetro calibrado), acidez titulable (% ácido láctico), °Brix (refractómetro digital) y viscosidad (viscosímetro).
- ✓ **Bromatológicos:** humedad (estufa), proteína (Kjeldahl), fibra (método gravimétrico Weende), grasa y cenizas (mufla).

- ✓ **Minerales:** K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y P (espectrometría).
- ✓ **Sensorial:** escala hedónica de 5 puntos para color, aroma, sabor y consistencia.

Elaboración del extracto de garbanzo

El extracto se obtuvo a partir de granos secos mediante: selección, remojo (18 h), escaldado (65 °C/10 min), descascarado, licuado (250 g garbanzo/300 mL agua), filtración (manta textil) y pasteurización lenta (65 °C/30 min). Posteriormente se enfrió a 4 °C y se almacenó en refrigeración.

Elaboración de la base de yogur

- ✓ El proceso consistió en:
- ✓ Filtración de materias primas.
- ✓ Pre calentamiento a 40 °C.
- ✓ Adición de azúcar (8%).
- ✓ Pasteurización conjunta (85 °C/15 min).
- ✓ Enfriamiento a 40 °C.
- ✓ Inoculación con cultivos lácticos termófilos (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*).
- ✓ Incubación (40–45 °C, 4 h).
- ✓ Enfriamiento rápido a 8 °C.
- ✓ Batido y envasado en condiciones higiénicas.
- ✓ Conservación a 4 °C hasta el análisis.

Análisis estadístico

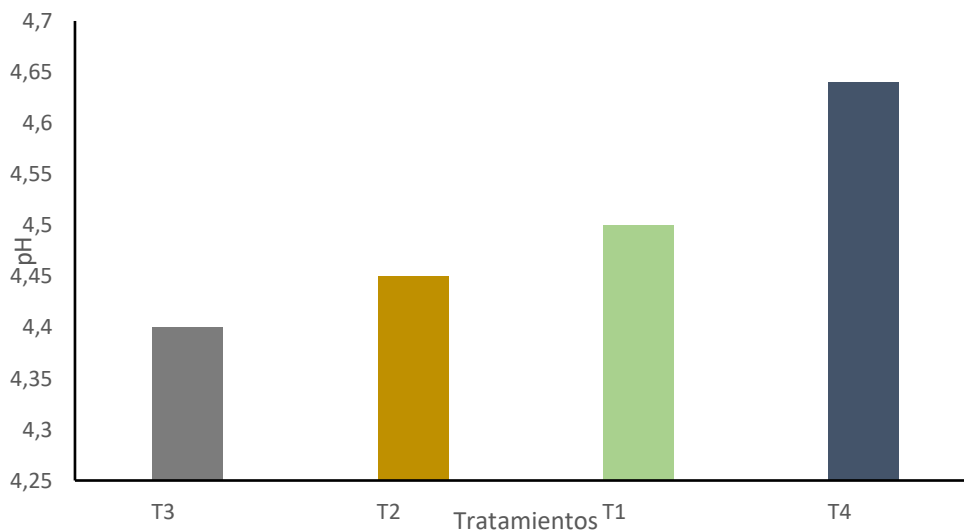
Los resultados se analizaron mediante ANOVA y comparación de medias con la prueba HSD de Tukey ($p < 0.05$), utilizando el software InfoStat (versión libre 2020).

Resultados

Resultados de los análisis fisicoquímicos

Figura 1.

Resultados de pH de los diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.



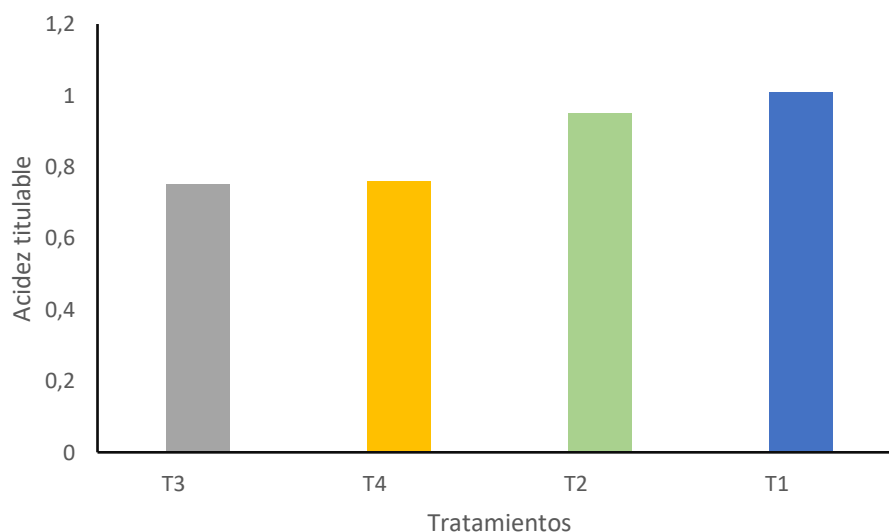
Los valores de pH de las muestras de base del yogur enriquecidas con diferentes porcentajes de extracto de garbanzo, se visualizó que T4 presento el valor más alto (pH 4,64) mientras que T3 obtuvo el valor más bajo (pH 4,4). Dando el valor de significancia estadística fue de $p = 0,263$, lo que se demuestra de que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Con estos resultados permite deducir que la adición de extracto de garbanzo no altera significativamente el pH bajo (ácido) lo que contribuye a conservar su sabor agrio característico.

Con lo menciona Morales de León et al. (2020) también reportaron que no existieron diferencias en los niveles de pH entre una base de yogur convencional (pH = 4,2) y aquella enriquecida con extracto de garbanzo, que mantuvo el mismo valor de pH. Esto respalda la evidencia de que el uso de garbanzo en proporciones controladas no afecta la acidez del producto final, preservando así sus características organolépticas tradicionales.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395:2011, el pH del yogur debe encontrarse entre 4,0 y 4,6 para garantizar la calidad del producto, su estabilidad microbiológica y sus propiedades sensoriales (INEN, 2011, p. 5). Por lo tanto, todos los tratamientos evaluados cumplieron con el rango establecido por la normativa, lo que valida la viabilidad del uso del garbanzo como ingrediente funcional sin comprometer los parámetros regulatorios del producto.

Figura 2.

Resultados de acidez titulable (ácido láctico) diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.



La acidez titulable de las muestras de base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo mostró diferencias significativas ($p = 0,0006$), observándose una tendencia decreciente en la acidez a medida que aumentó la proporción de extracto de garbanzo. Este comportamiento sugiere que el incremento del garbanzo en la formulación reduce la formación de ácido láctico, lo cual puede estar relacionado con una menor disponibilidad de lactosa como sustrato para las bacterias lácticas, o con una posible interferencia del extracto en la actividad microbiana.

En los tratamientos T3 y T4 (con mayores porcentajes de extracto de garbanzo), los valores de acidez se ubicaron entre 0,75 y 0,76 °D, lo cual indica una disminución significativa

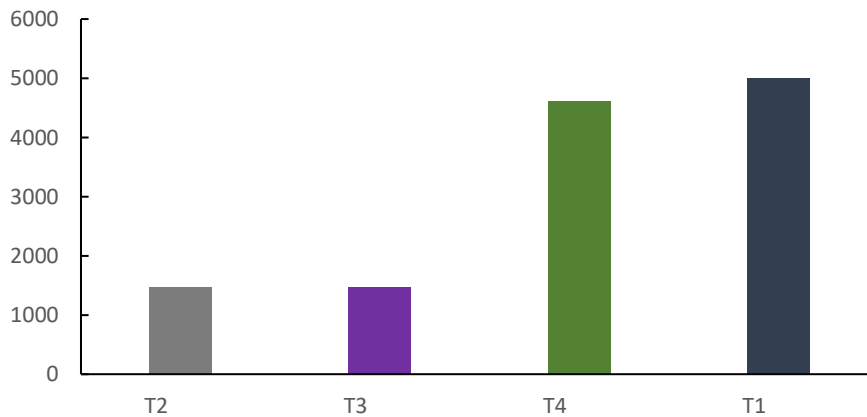
de la acidez titulable. Estos valores, aunque se aproximan al límite inferior de aceptabilidad, evidencian una tendencia hacia un producto menos ácido. Según Black (1990), la formación óptima del sabor en el yogur no se alcanza sino hasta que la acidez llega a aproximadamente 0,85 °D, ya que los compuestos aromáticos responsables del sabor característico se desarrollan dentro de un rango más amplio de acidez. En consecuencia, la ausencia de sabor y aroma típicos del yogur podría atribuirse, además de a una baja acidez, a factores como el uso de diferentes cepas bacterianas durante la fermentación o a la inclusión de ingredientes adicionales, como el extracto de garbanzo.

De acuerdo con la norma INEN 2395:2011, el rango permitido de acidez titulable para el yogur natural está entre 0,85 y 0,95 °D, por lo que los tratamientos T3 y T4 no cumplen con este parámetro si se consideran como yogures terminados. Sin embargo, podrían seguir siendo aptos para el consumo, presentando un perfil sensorial menos ácido, lo que podría resultar aceptable o incluso preferido por ciertos consumidores.

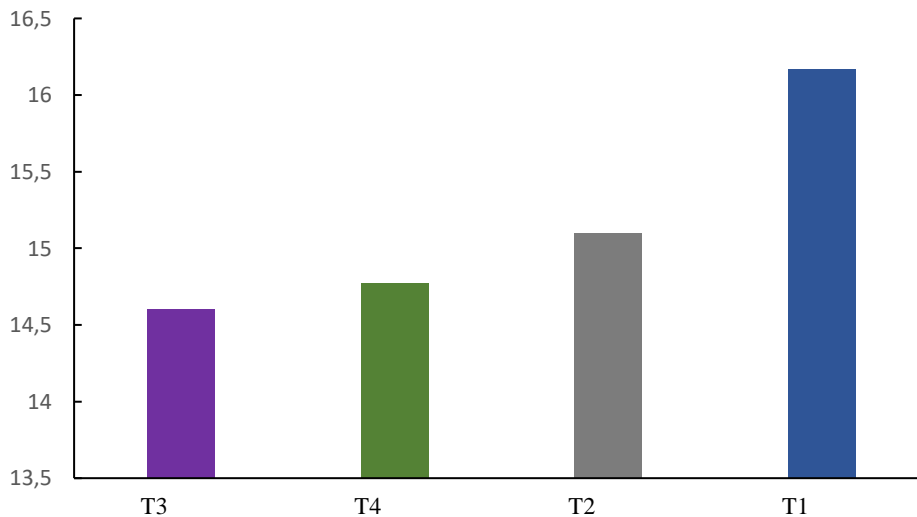
Con los tratamientos T1 (yogur sin extracto de garbanzo) y T2 (con 25% de extracto de garbanzo) se encuentran dentro del rango de acidez establecido por la norma INEN 2395:2011, que oscila entre 0,85 y 0,95 °D. Esto indica que, hasta un 25% de adición de extracto de garbanzo, es posible mantener niveles de acidez compatibles con los requerimientos normativos para yogur. En particular, el tratamiento T2 puede considerarse como un yogur convencional, al tener una acidez dentro de los valores normativos, lo que refleja una adecuada actividad fermentativa y un desarrollo óptimo del proceso de elaboración.

Adicionalmente, según Rebollar (2017), el yogur, desde el punto de vista fisicoquímico, está compuesto por proteínas, grasas, cenizas y una acidez que proviene de la producción de ácido láctico como resultado de la fermentación de la lactosa. Por tanto, cualquier modificación en la formulación que afecte este proceso puede influir directamente en la acidez final del producto.

Figura 3. Resultados de Viscosidad (^{Cp}) y % Brix (SST) diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo



a. Resultados de Viscosidad (^{Cp}) diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.



b. Resultados de % Brix diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo

En la Figura 3a se presentan los resultados de viscosidad (cP) del yogur enriquecido con extracto de garbanzo, parámetro clave en la calidad del producto, ya que influye directamente en la percepción sensorial y la preferencia del consumidor. Se observa que la muestra T1 (testigo, 100% leche) mostró la mayor viscosidad, con valores que oscilaron entre 4095 y 4995 cP, resultado comparable con la muestra T4 (70% garbanzo), en la cual también

se evidenció una elevada viscosidad. El análisis estadístico arrojó un valor de $p < 0,0001$, indicando que no existen diferencias significativas entre estas dos formulaciones.

Por otro lado, las muestras T2 (30% garbanzo) y T3 (50% garbanzo) presentaron viscosidades considerablemente menores, sin diferencias significativas entre sí. Según la clasificación de consistencia en yogur propuesta por Veisseyre (1988), tanto T1 como T4 pueden clasificarse como yogures firmes o estáticos, caracterizados por un gel semisólido continuo, mientras que T2 y T3 corresponderían a una consistencia líquida, típicamente consumida como bebida.

Es importante destacar que el yogur se comporta como un fluido no newtoniano, lo que implica que su viscosidad varía según la velocidad de cizallamiento y la temperatura. Para evitar alteraciones en esta propiedad, todas las muestras fueron analizadas a 4°C, temperatura de refrigeración recomendada por Renan et al. (2009) y Guénard et al. (2019), quienes destacan que esta condición permite una medición más precisa y estandarizada de la viscosidad en productos fermentados.

En la Figura 3b. Se muestran los resultados de °Brix, los cuales reflejan el contenido de sólidos solubles totales (SST) del yogur enriquecido con extracto de garbanzo. Se evidencia una tendencia decreciente en los valores de °Brix a medida que aumenta el porcentaje de garbanzo en la formulación. Este comportamiento puede atribuirse a la disminución proporcional de leche, lo que reduce el aporte de carbohidratos simples, como la lactosa, que son los principales responsables del contenido de sólidos solubles en los productos lácteos fermentados.

Según el estudio de Ponce (2009) sobre yogur tipo II enriquecido con pulpa de açaí, se observó que tanto la viscosidad como los °Brix estaban directamente influenciados por la concentración del ingrediente añadido. De manera similar, León (2000) reportó que la adición de extracto de garbanzo a leche descremada redujo los valores de °Brix a un rango de 7,9 a

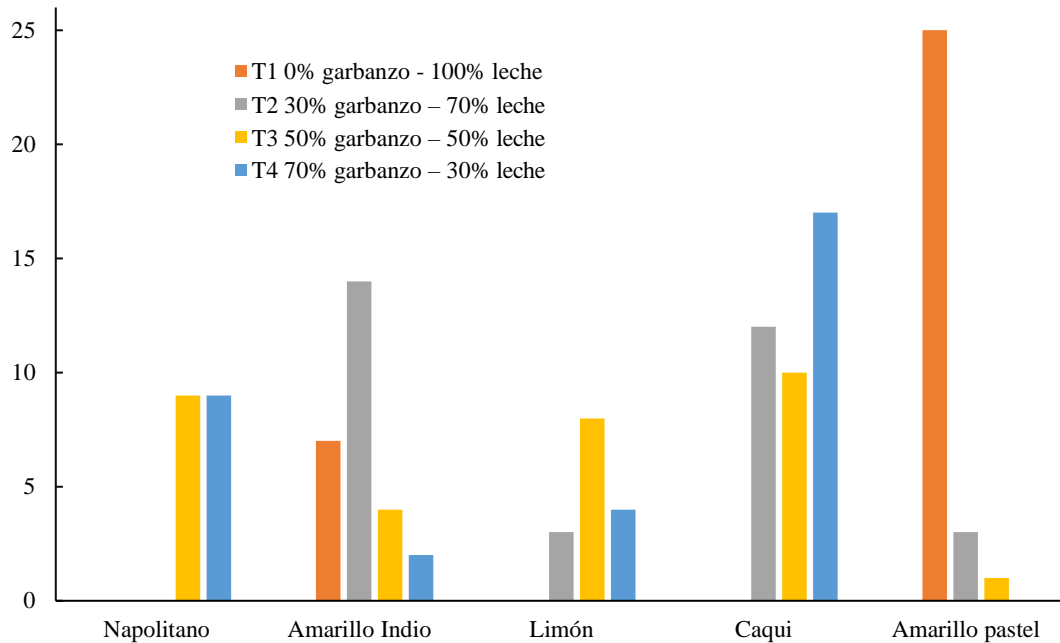
10,2, lo cual se atribuye a la pérdida de sólidos totales, especialmente grasas y azúcares, al eliminar la fracción lipídica de la leche.

En la presente investigación, los tratamientos T2, T3 y T4, con diferentes porcentajes de extracto de garbanzo, no mostraron diferencias significativas en sus valores de °Brix ($p > 0,05$). Este resultado refuerza la hipótesis de que no existe una correlación lineal entre los SST y la viscosidad en productos fermentados enriquecidos con ingredientes no lácteos, para ello León (2000), quien, en su estudio de yogur a base de leche y garbanzo, reportó una viscosidad constante cercana a 2000 cP, mientras que los SST fluctuaban sin seguir un patrón definido. Esto indica que la viscosidad puede mantenerse o incluso incrementarse, aunque los sólidos solubles totales se reduzcan, dependiendo de la naturaleza del ingrediente funcional.

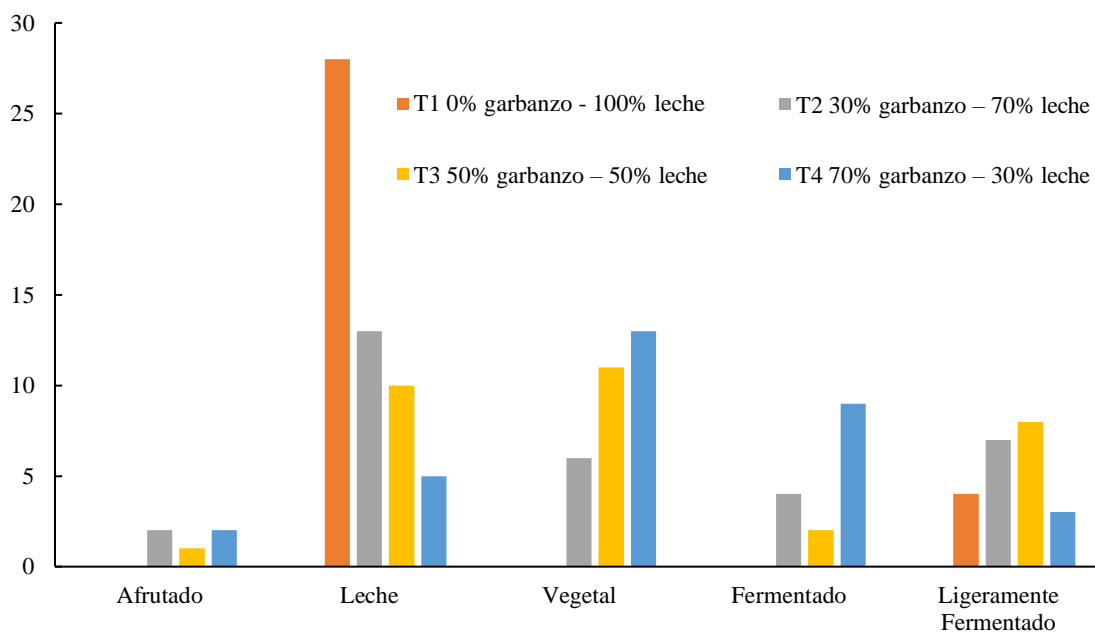
En esta línea, investigaciones como las de Oliveira et al. (2015), sobre la incorporación de harina de leguminosas, y Rodríguez et al. (2018), en yogures funcionales enriquecidos con fibra dietética, hace referencia que el uso de ingredientes alternativos puede modificar significativamente las propiedades reológicas del producto, sin establecer necesariamente una relación directa con los valores de °Brix. Esto se debe a que la viscosidad no solo depende del contenido de azúcares solubles, sino también de la interacción estructural entre proteínas, polisacáridos, almidones y fibras, que intervienen en la textura y la estabilidad del gel. Un ejemplo claro se observa en el tratamiento T4 (70% de extracto de garbanzo), el cual presentó una viscosidad elevada, pero con un contenido de sólidos solubles totales (SST) significativamente menor al del tratamiento testigo (T1). Este hallazgo contradice lo planteado por autores como Cruz et al. (2009) y Páramo et al. (2013), quienes señalan que un mayor contenido de °Brix suele correlacionarse con un aumento en la viscosidad, por la presencia de una mayor cantidad de sólidos totales. En el caso del T4, sin embargo, dicha correlación no se evidenció, lo que indica que la matriz funcional del extracto de garbanzo, particularmente su riqueza

en proteínas vegetales y fibra soluble, podría ser el principal factor responsable del comportamiento reológico observado, independientemente del contenido de °Brix.

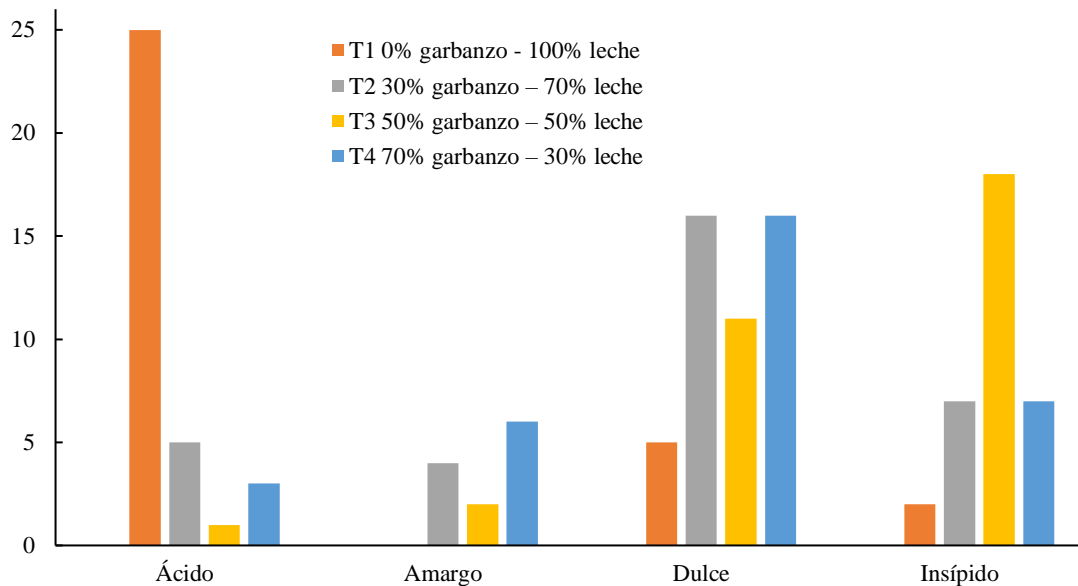
Figura 4. Resultados de las características sensoriales (color, olor, sabor y apariencia global) diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.



a. Resultados de las características sensoriales de color de los diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.



b. Resultados de las características sensoriales de olor de los diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.



c. Resultados de las características sensoriales de sabor de los diferentes tratamientos de la base de yogur enriquecido con extracto de garbanzo.

En cuanto a los resultados del análisis de color figura 4a, se identificó una tendencia general hacia tonalidades como amarillo pastel, caqui y amarillo indio en todos los tratamientos. No obstante, el amarillo pastel fue el color mejor valorado, siendo percibido como el más agradable por los evaluadores, lo cual se reflejó en las puntuaciones más altas obtenidas en todos los tratamientos.

Al comparar los resultados sensoriales entre la muestra testigo (T1) y las muestras enriquecidas con diferentes porcentajes de extracto de garbanzo (T2, T3 y T4), se observaron diferencias notables en la percepción del sabor. En el tratamiento T2, se reportó una percepción predominante de sabor a leche con ligeras notas fermentadas, mientras que la presencia del sabor vegetal fue baja. Por el contrario, en los tratamientos T3 y T4, se evidenció una tendencia marcada hacia sabores más intensos a vegetal y fermentado, lo cual generó mayor rechazo por parte de los evaluadores Ver Figura 4b. Esta tendencia sugiere que, a mayor porcentaje de garbanzo, mayor es la intensidad del sabor vegetal, disminuyendo la aceptabilidad del producto.

La muestra testigo (T1) presentó el sabor característico ácido del yogur, atribuido al ácido láctico producido durante la fermentación. En contraste, el tratamiento T2 fue percibido como dulce y resultó ser el más aceptado sensorialmente. Es importante señalar que el porcentaje de azúcar en su formulación fue solo del 8%, lo que indica que la aceptabilidad no se debió exclusivamente al dulzor, sino también a la adecuada armonía entre los componentes.

Los tratamientos T3 y T4, con mayores proporciones de garbanzo, presentaron sabores descritos como insípido, dulce y amargo Ver figura 4c. Además, los participantes manifestaron que el sabor a yogur se diluía considerablemente, y muchos no lograban identificar claramente la base del producto, percibiendo la presencia de algún vegetal no familiar, lo que afectó negativamente la experiencia sensorial.

En cuanto a la apariencia global, la muestra testigo (T1) alcanzó un 90% de aceptación. Para determinar el tratamiento con mayor aceptación, se tomó T1 como referencia. El tratamiento T2 obtuvo una valoración mayoritaria como “bueno”, mientras que los tratamientos T3 y T4 recibieron calificaciones de “regular” y “bueno”, lo que indica una disminución en la aceptación sensorial con el incremento del extracto de garbanzo. De acuerdo con las observaciones de los encuestados, el tratamiento T4 fue descrito como similar en apariencia a una colada y con un sabor cercano al de aceite vegetal, aunque no se observó separación de fases. Ver figura 4d.

Con lo que respecta al tratamiento T2 (30% de extracto de garbanzo y 70% de leche entera) fue el que presentó la mayor aceptabilidad sensorial, destacándose en sabor, color y apariencia. Los resultados reflejan que un incremento excesivo en el porcentaje de garbanzo en la formulación tiende a disminuir la aceptación del producto por parte del consumidor, debido a la intensificación de sabores y cambios en la apariencia poco familiares.

Tabla 1.

Resultados de los análisis bromatológicos (humedad, fibra, proteína y grasa) al mejor tratamiento con mayor aceptación sensorial T2 (30% de extracto de garbanzo- 70% de leche entera)

Base	Composición bromatológica					
Húmeda	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)	E.L.N.N (%)
	71,88	6,27	3,74	0,67	5,12	12,32

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los análisis bromatológicos realizados al tratamiento con mayor aceptación sensorial del yogur enriquecido con extracto de garbanzo. Esta muestra obtuvo los siguientes valores: proteína 6,27%, grasa 3,74% y fibra 5,12%.

Al comparar estos resultados con lo establecido en la norma NTE INEN 2395:2011 sobre Leches Fermentadas, en su sección de requisitos, se señala que el contenido mínimo de proteína debe ser de 2,7% y el de grasa de 2,5%. En este sentido, el tratamiento evaluado supera ampliamente los parámetros exigidos por la normativa ecuatoriana, demostrando un perfil nutricional superior.

Si bien la NTE INEN 2395:2011 no especifica requisitos sobre el contenido de fibra dietética, otras regulaciones como la NOM-181-SCFI-2010 de México tampoco consideran este parámetro, debido a que el yogur natural tradicional no contiene cantidades significativas de fibra. No obstante, según informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda una ingesta diaria de al menos 25 gramos de fibra en adultos. El yogur enriquecido evaluado en esta investigación aporta 5,12% de fibra, lo que representa un aporte considerable frente a los yogures tradicionales, los cuales generalmente no superan el 1% de fibra, como lo evidencian algunos estudios.

Además, al comparar con un yogur vegano elaborado con una mezcla de soya (50%) y chocho (50%), cuyos valores bromatológicos reportados por (Miguez Leoryk, 2024) fueron: proteína 3,62%, grasa 1,42% y fibra 1,56%, se destaca que el tratamiento desarrollado en esta

investigación presenta una mayor concentración de macronutrientes esenciales, especialmente en proteínas y fibra, superando ampliamente los valores de productos similares de origen vegetal.

Estos hallazgos respaldan que la combinación de leche entera y extracto de garbanzo es favorable para el desarrollo de un alimento fermentado funcional, con una composición nutricional notablemente mejorada y con buena aceptación sensorial por parte de los consumidores. La incorporación de leguminosas como el garbanzo en productos lácteos fermentados no solo mejora el valor nutricional, sino que también responde a las tendencias actuales en el desarrollo de alimentos funcionales con propiedades beneficiosas para la salud.

Tabla 2. Resultados de los análisis de contenido minerales (K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y P) al tratamiento con mayor aceptación sensorial.

		Materia seca (%)					Ppm			
Valores	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn
Tiene	3,57	0,11	0,52	0,89	0,20	0,04	1,00	36,00	8,00	8,00
							Mg			
							0,1	3,6	0,8	0,8

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis de contenido mineral correspondiente al tratamiento T2, compuesto por un 30% de extracto de garbanzo y un 70% de leche entera. Esta formulación fue seleccionada por su mayor aceptación sensorial y evaluada por su potencial nutricional en cuanto a minerales.

El garbanzo es reconocido como una excelente fuente de minerales esenciales como hierro, zinc, magnesio, calcio y potasio (Wellness, 2015). Al combinar esta leguminosa con leche entera naturalmente rica en calcio y fósforo, se espera que el producto final presente una mejora significativa en el perfil mineral del yogur. La inclusión del extracto de garbanzo en la

formulación no solo no afectó negativamente la calidad del producto, sino que potenció su contenido de minerales, obteniendo resultados destacados.

En comparación con los valores típicos reportados por Tamime (1991) para el yogur tradicional —145 mg de calcio, 114 mg de fósforo y 186 mg de potasio—, el tratamiento T2 mostró incrementos notables:

- ✓ Calcio: 890 mg,
- ✓ Potasio: 520 mg,
- ✓ Magnesio: 200 mg,
- ✓ Fósforo: 110 mg,
- ✓ Zinc: 0,8 mg,
- ✓ Hierro: 3,6 mg.

Estos resultados evidencian que la combinación de leche entera con extracto de garbanzo no solo mantiene la funcionalidad del yogur, sino que eleva su densidad nutricional, convirtiéndolo en un producto innovador con características de superalimento, ideal para su incorporación en dietas saludables y funcionales.

Es importante señalar que, aunque la norma NTE INEN 2395:2011 sobre Leches Fermentadas no establece requisitos específicos sobre contenido de minerales, sí enfatiza en su objetivo que el producto debe ser nutricionalmente adecuado y apto para el consumo humano, por lo que el enriquecimiento natural a través de ingredientes funcionales como las leguminosas es coherente con las metas de calidad e innovación alimentaria.

Además, debe considerarse que el incremento en la concentración de ciertos minerales podría influir en la actividad fermentativa, en especial sobre las bacterias lácticas encargadas de metabolizar la lactosa. Algunos estudios, como el de Dave & Shah (1997), señalan que niveles altos de ciertos minerales como el calcio o el magnesio pueden modificar la cinética fermentativa, afectando el tiempo de fermentación y la viabilidad de cultivos lácticos. En este

estudio, sin embargo, no se observaron alteraciones significativas en la textura ni en el pH del producto, lo que indica que la combinación utilizada mantiene una adecuada funcionalidad tecnológica y microbiológica.

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la adición de extracto de garbanzo en diferentes proporciones no altera significativamente el pH del yogur, manteniéndose dentro del rango normativo (INEN, 2011). Este hallazgo coincide con lo reportado por Morales de León et al. (2020), quienes señalan que la inclusión de garbanzo en formulaciones lácteas no afecta la acidez característica del producto. El mantenimiento de un pH estable es relevante para garantizar la calidad microbiológica y el sabor agrio característico del yogur (Babio, 2017). Sin embargo, aunque el pH se mantiene, la acidez titulable disminuye con el incremento de garbanzo, lo cual limita el cumplimiento normativo en formulaciones con altos porcentajes (T3 y T4). Este comportamiento se puede explicar por la menor disponibilidad de lactosa como sustrato fermentativo y por la interacción de compuestos del garbanzo con la microbiota láctica, tal como sugieren estudios sobre leguminosas y fermentación (Aswani Ajay, 2024).

En relación con la viscosidad, los tratamientos T1 y T4 presentan los valores más altos, mostrando que la adición elevada de extracto de garbanzo puede incrementar la consistencia del producto. Este resultado contrasta con lo planteado por Cruz et al. (2009), quienes afirman que un mayor contenido de sólidos solubles tiende a aumentar la viscosidad. En este caso, los sólidos solubles disminuyen (°Brix) a mayor adición de garbanzo, pero la viscosidad se mantiene elevada, lo que sugiere que la fibra y proteínas vegetales del garbanzo son determinantes en el comportamiento reológico del yogur. Este fenómeno se alinea con lo descrito por Hernández (2023) y Álvarez (2024), quienes destacan que la consistencia y la viscosidad no dependen únicamente de los azúcares, sino de la interacción entre proteínas, fibras y polisacáridos.

En el análisis sensorial, se observa que un 30% de extracto de garbanzo (T2) constituye el punto óptimo para la aceptabilidad, manteniendo un equilibrio entre el sabor característico del yogur y las notas vegetales. Este resultado coincide con lo reportado por Bances y Meza (2024), quienes encontraron que el uso de garbanzo en proporciones moderadas mejora el perfil nutricional sin comprometer la aceptación del consumidor. No obstante, en formulaciones con 50% y 70% de extracto (T3 y T4), la intensificación del sabor vegetal genera un rechazo mayoritario, lo cual limita la viabilidad comercial de estas concentraciones. Este hallazgo refleja una de las principales limitaciones del estudio: la aceptabilidad depende no solo de parámetros fisicoquímicos, sino de la percepción sensorial del consumidor, la cual puede variar entre diferentes poblaciones objetivo (Traza, 2024).

En cuanto a la composición bromatológica, el tratamiento T2 presenta un incremento significativo en proteínas y fibra, superando los requisitos establecidos en la NTE INEN 2395:2011. Esto lo convierte en un alimento con valor funcional, coherente con la tendencia actual de desarrollar productos lácteos fermentados que aporten beneficios adicionales para la salud (Nutrition, 2023; Vilardell Digest, 2021). El contenido de fibra es especialmente relevante, ya que el yogur tradicional carece de este componente, mientras que el garbanzo aporta una fracción considerable que contribuye a la salud digestiva y al microbioma intestinal (Aswani Ajay, 2024; Morillas, 2023).

El análisis mineral confirma que la combinación de leche entera con garbanzo potencia la densidad nutricional del producto, con incrementos notables en calcio, potasio, hierro y magnesio. Este resultado está en concordancia con lo señalado por Gray (2024) y Wellness (2015), quienes destacan el garbanzo como fuente de minerales esenciales. Desde un punto de vista tecnológico, el aumento de ciertos minerales podría modificar la fermentación (Dave & Shah, 1997), aunque en este estudio no se observan alteraciones significativas en la viabilidad de cultivos lácticos, lo cual resalta la estabilidad de la formulación.

El alcance de este estudio radica en demostrar la viabilidad de integrar un ingrediente vegetal como el garbanzo en la formulación de yogur, obteniendo un producto con características funcionales, aceptabilidad sensorial favorable y un perfil nutricional superior al yogur tradicional. Sin embargo, se reconocen limitaciones, como la falta de estudios de vida útil y estabilidad durante el almacenamiento, factores determinantes en la comercialización. Además, sería necesario evaluar el efecto del garbanzo en la microbiota intestinal del consumidor, siguiendo la línea de investigaciones recientes sobre alimentos funcionales (Aswani Ajay, 2024).

Finalmente, los resultados abren la posibilidad de futuras investigaciones orientadas a optimizar la proporción de garbanzo en yogur, explorar combinaciones con otros cultivos probióticos y evaluar la aceptación del producto en diferentes grupos poblacionales. En un contexto más amplio, esta innovación responde a la demanda de alimentos funcionales y de origen mixto (animal-vegetal), una tendencia en expansión tanto en Ecuador como a nivel internacional (Mordor, 2023; Expertos, 2023).

Conclusión

Se elaboró una base de yogur enriquecida con extracto de garbanzo en diferentes proporciones (0%, 30%, 50% y 70%), observándose variaciones significativas en textura, color, sabor y aceptabilidad. Con concentraciones moderadas, particularmente al 30%, se mejoró el valor nutricional sin afectar la aceptación del consumidor.

El tratamiento T2 (30% extracto de garbanzo y 70% leche entera) cumplió con lo establecido en la norma NTE INEN 2395:2011, superando los mínimos de proteína (6,27%) y grasa (3,74%), además de mantener una acidez titulable adecuada para el desarrollo del sabor característico. Los °Brix y la viscosidad se situaron en rangos propios de un yogur bebible, con buena estabilidad y textura. En contraste, al incrementar el garbanzo (T3 y T4), los °Brix

disminuyeron y la acidez mostró variaciones, lo que se asocia a la menor producción de ácido láctico por reducción de lactosa.

Desde el punto de vista sensorial, el T2 fue el más aceptado, destacando por su color “amarillo pastel” y un sabor equilibrado entre dulzor y notas lácticas suaves. En cambio, los tratamientos con mayor porcentaje de garbanzo presentaron sabores vegetales intensos que redujeron su aceptación. Tecnológicamente, el T2 conservó las características propias de un yogur, sin separación de fases ni alteraciones relevantes.

El análisis bromatológico confirmó que el T2 ofrece un perfil nutricional superior al yogur convencional, con un notable aporte mineral: calcio (890 mg), potasio (520 mg), magnesio (200 mg) y hierro (3,6 mg). Aunque la normativa nacional no exige valores mínimos de minerales en leches fermentadas, estos resultados respaldan al T2 como una base de yogur funcional, nutritiva e innovadora.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, D. (24 de Octubre de 2024). *Viscosidad*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/viscosidad/>
- Apáez, M. E. (2021). Producción, crecimiento y calidad nutrimental del garbanzo en función del nitrógeno y fósforo. *Scielo*, 11(6), 2226. doi:10.29312
- Aswani Ajay, S. S. (2024). Garbanzos y microbioma intestinal: implicaciones de los alimentos funcionales para la salud. *Heliyon*, 1-20.
- Babio, N. S. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Scielo*, 34(4), 26-30. doi:S0212-16112017001000006
- Bances, M. &. (2024). Evaluación sensorial y nutricional de yogur a base de leche de garbanzo (*Cicer arietinum*). Pimentel, Chiclayo, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/13238>
- Campagnaro, E. D. (2017). Bebidas vegetales y leches de otros mamíferos. *SCIELO*, 1-3. *Duas Rodas*. (23 de Julio de 2020). Obtenido de <https://www.duasrodas.com/blog/es/conozca-los-principales-procesos-de-fabricacion-de-extractos-vegetales-para-la-industria-alimenticia/>
- EXPERTOS, E. I. (2023). *Mercado de Yogur en Ecuador*. Obtenido de <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-yogur-en-ecuador>

- Gavin, M. (10 de Mayo de 2022). *Grasas*. Obtenido de Nemours Kids Health: <https://kidshealth.org/es/parents/fat.html>
- Gray, S. (noviembre de 2024). *Facultad de Agricultura, Salud y Recursos Naturales*. Obtenido de <https://publications.extension.uconn.edu/publication/the-health-benefits-of-chickpeas/>
- Hernandez, A. (22 de Septiembre de 2023). *Consistencia: ¿que es y porque es tan importante en la especialidad?* Obtenido de perfectdailygrind: <https://perfectdailygrind.com/es/2023/09/22/consistencia-por-que-es-importante-especialidad/>
- INEN, I. E. (2395:2011). LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS.
- Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición [INAN]. (27 de Julio de 2021). *Importancia de los minerales en la alimentación diaria*. Obtenido de <https://www.inan.gov.py/site/?p=4902>
- Josefina C. Morales de León, M. L. (2020). Elaboración de un yogurt con base en una mezcla de leche y garbanzo (*Cicer arietinum*). *SCIELO*, 2.
- M&M instrumentos tecnicos*. (7 de Noviembre de 2023). Obtenido de <https://myinstrumentostecnicos.com/contenido-de-humedad-en-alimentos-y-productos/>
- Martínez, H. C. (2016). LECHE DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.): UN ALIMENTO FUNCIONAL . En M. M. M, *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* (págs. 801-805). México: 1.
- Meza Martínez M*, H. C. (2016). LECHE DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.): UN ALIMENTO FUNCIONAL. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 802.
- Miguez Leoryk, T. J. (2024). *EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE DIFERENTES PORCENTAJES DE SOJA (Glycine max) Y CHOCHO (Lupinus mutabilis) EN LA CALIDAD DEL YOGUR VEGANO DE FRESA*. Santo Domingo-Ecuador.
- Morales de leon, J., Cassis, M., & Cortes, E. (2000). Elaboración de un yogurt con base en una mezcla de leche y garbanzo (*Cicer arietinum*). *Scielo*, 81-86. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100011
- Mordor. (27 de noviembre de 2023). *Análisis de tamaño y participación del mercado del yogurt TENDENCIAS Y PRONÓSTICOS DE CRECIMIENTO HASTA 2029* Source: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/yogurt-market>. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/yogurt-market>
- Morillas, M. (10 de Febrero de 2023). *La fibra en los alimentos*. Obtenido de Familia y salud: <https://www.familiaysalud.es/vivimos-sanos/alimentacion/los-alimentos/la-fibra-en-los-alimentos>

- Naturitas. (30 de agosto de 2023). *Nutrición y dietética*. Obtenido de https://www.naturitas.es/blog/nutricion-y-dietetica/tipos-de-bebidas-vegetales-y-sus-propiedades?srsId=AfmBOopNTMvLTbyiSGhGY3H5jcxniNlf5AFzVvnY3YsDe80f01rG_kdV
- Nutrition, I. (2023). ¿Cuáles son los beneficios para la salud del yogur? *Nutrition Initiative*.
- Rahman Qadir, W. N. (2025). Una mirada a los yogures vegetales: propiedades fisicoquímicas, organolépticas y aspectos alimentarios funcionales. *ELSEVIER*, 1-10.
- Salvatierra Marlon, A. M. (2004). Evaluación del efecto de cultivos probióticos presentes en yogurt sobre *Staphylococcus aureus* y la producción de termonucleasa. *SCIELO*.
- Torres, L. (2012). *Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico*. Cuenca: Universidad de Cuenca, Ciencias Agropecuarias;.
- Traza. (11 de Junio de 2024). Obtenido de <https://www.traza.net/2024/06/11/analisis-sensorial-en-alimentos/>
- Triantafyllou, A. (07 de DICIEMBRE de 2021). *patents*. Obtenido de patents: <https://patents.google.com/>
- Vargas, E. (08 de Mayo de 2022). *Occident Salud*. Obtenido de Occident Salud: <https://www.occident.com/canal/salud>
- Vilardell digest. (8 de Febrero de 2021). Obtenido de Beneficios de la proteína vegetal: <https://vilardelldigest.com/blog/cinco-beneficios-de-la-proteina-vegetal-para-tu-salud/>
- Wellness, H. (25 de Junio de 2015). *Agrosavia*. Obtenido de Agrosavia: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453015000178>
- Zapata Isabel, S.-V. U. (2015). Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*). *SCIELO*.