

Universidad Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de bebidas fermentadas (kéfir) a partir de análogos de leche
con adición de miel**

Estudiantes

Diana Margarita Chicango Morales

Marilyn Naomi Moreira Arreaga

Asesores

Ronald Maldonado, Ph.D.

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Honduras, noviembre 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREWS

Rector i.a

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Director(a) Departamento de Agroindustria Alimentaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Materiales y Métodos	13
Ubicación	13
Materiales	13
Fase I	13
Elaboración de las Bebidas	13
Análisis Microbiológico (Presencia de Escherichia Coli)	14
Análisis Sensorial Afectivo	15
Diseño Experimental	16
Fase II	16
Análisis Físicoquímicos	17
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	21
Fase III	21
Análisis Sensorial	21
Análisis Microbiológico	21
Diseño Experimental	23
Resultados y Discusión	24
Fase I	24
Análisis Microbiológicos de Inocuidad	24

	4
Análisis Sensorial.....	24
Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación	25
Prueba Sensorial Afectiva de Preferencia por Ordenamiento.....	31
Fase II	32
Resultados de Análisis Químicos.....	32
Fase III	40
Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación	40
Prueba Sensorial Afectiva de Preferencia Pareada.....	44
Análisis Microbiológico	45
Conclusiones	49
Recomendaciones.....	50
Referencias.....	51
Anexos.....	56

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de tratamientos fase I.....	14
Cuadro 2 Subgrupo de alimento: leches fermentadas, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.	15
Cuadro 3 Descripción de tratamientos fase II.	17
Cuadro 4 Resultados del análisis microbiológico de inocuidad.	24
Cuadro 5 Prueba sensorial afectiva de aceptación Fase I.....	31
Cuadro 6 Resultado de análisis afectivo: preferencia de los análogos de kéfir.....	32
Cuadro 8 Resultados de análisis químicos: proteína cruda de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.	35
Cuadro 9 Resultados de análisis químicos: análisis cromatográfico de azúcares de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.....	37
Cuadro 10 Resultados de análisis físicos: viscosidad de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.	38
Cuadro 11 Resultados de análisis físicos: color en Escala L* a* b* de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.	40
Cuadro 12 Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación Fase II.....	44
Cuadro 13 Resultados análisis sensorial afectivo: preferencia pareada de la bebida fermentada mejor evaluada y el kéfir tradicional.....	45
Cuadro 14 Resultados microbiológicos: BAL, BAA y Levaduras de T1 y T4.....	48

Índice de Figuras

Figura 1 Fase I. Elaboración de las bebidas fermentadas	16
Figura 2 Fase III. Evaluación sensorial y análisis de viabilidad microbiana	22
Figura 3 Porcentaje de panelistas que consumen kéfir.	25

Índice de Anexos

Anexo A Norma del Codex para Leches Fermentadas CODEX STAN 243-2003.....	56
Anexo B Tabla de Basker y Kramer	57
Anexo C Tabla de tests pareados.....	58
Anexo D Curva de pH.	59
Anexo E Subgrupo de alimento: leches fermentadas, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.	60
Anexo F Cuadro de correlación.....	61
Anexo G Cuadro de Correlación.....	62
Anexo H Análogos de leche y leche de vaca.	63
Anexo I Cultivo Iniciador y miel de abeja.....	64

Resumen

La presente investigación evaluó el desarrollo de bebidas fermentadas tipo kéfir elaboradas a partir de matrices vegetales (soya, avena y almendra) suplementadas con un 5% de miel, comparándolas con un kéfir tradicional de leche bovina. Se utilizó un cultivo iniciador comercial conformado por bacterias ácido-lácticas y levaduras, bajo condiciones de fermentación de 25 °C durante 18 horas. El estudio se estructuró en tres fases: evaluación sensorial inicial, caracterización fisicoquímica; y análisis de viabilidad microbiana, complementado con la comparación sensorial entre la bebida vegetal mejor evaluada y el kéfir tradicional. Los resultados mostraron que el kéfir de soya presentó la mayor aceptación sensorial, destacando en atributos de apariencia, consistencia y aceptación global. Desde el punto de vista fisicoquímico, registró un pH de 4.6, acidez titulable de 0.66 g de ácido láctico/100 mL y un contenido proteico de 3.1 g/100 g, superando a los demás análogos. El análisis cromatográfico evidenció concentraciones elevadas de fructosa y glucosa, derivadas de la miel y de la matriz vegetal. En cuanto a la microbiología, alcanzó recuentos de bacterias ácido-lácticas (8.95 log UFC/mL), bacterias ácido-acéticas (8.60 log UFC/mL) y levaduras (5.45 log UFC/mL), cumpliendo con los estándares establecidos por el Codex Alimentarius para productos fermentados con potencial funcional. La adición de miel favoreció la fermentación al proveer azúcares fermentables, potenciando la viabilidad microbiana y mejorando el perfil sensorial. En conclusión, la soya se confirma como una matriz vegetal adecuada para la producción de kéfir funcional, constituyendo una alternativa nutritiva, sensorialmente aceptada y tecnológicamente viable frente a productos lácteos tradicionales.

Palabras clave: fermentación, microbiota, soya, perfil sensorial, probióticos.

Abstract

This study evaluated the development of kefir-type fermented beverages made from plant-based matrices (soy, oats, and almonds) supplemented with 5% honey, comparing them with traditional cow's milk kefir. A commercial starter culture consisting of lactic acid bacteria and yeast was used under fermentation conditions of 25°C for 18 hours. The study was structured in three phases: initial sensory evaluation, physicochemical characterization, and microbial viability analysis, complemented by a sensory comparison between the best-rated plant-based beverage and traditional kefir. The results showed that soy kefir had the highest sensory acceptance, standing out in terms of appearance, consistency, and overall acceptance. From a physicochemical point of view, it recorded a pH of 4.6, titratable acidity of 0.66 g of lactic acid/100 mL, and a protein content of 3.1 g/100 g, surpassing the other analogues. Chromatographic analysis showed high concentrations of fructose and glucose, derived from honey and the plant matrix. In terms of microbiology, it achieved counts of lactic acid bacteria (8.95 log CFU/mL), acetic acid bacteria (8.60 log CFU/mL), and yeasts (5.45 log CFU/mL), complying with the standards established by the Codex Alimentarius for fermented products with functional potential. The addition of honey promoted fermentation by providing fermentable sugars, enhancing microbial viability and improving the sensory profile. In conclusion, soy is confirmed as a suitable plant matrix for the production of functional kefir, constituting a nutritious, sensorially acceptable, and technologically viable alternative to traditional dairy products.

Keywords: fermentation, microbiota, soybean, sensory profile, probiotics.

Introducción

En las últimas décadas, el sector alimentario ha experimentado una transformación profunda, impulsada por la creciente demanda de productos que respondan a criterios de salud, sostenibilidad y bienestar. Este cambio se refleja en la expansión del mercado de alimentos de origen vegetal, que ha pasado de ser un nicho especializado a consolidarse como una de las categorías de mayor crecimiento en la industria global. Se estima que el mercado mundial de alimentos vegetales alcanzará los 7,895 mil millones de dólares para 2026, con una tasa de crecimiento anual del 6.6% (Vantage Market Research., 2022). Esta tendencia responde a consumidores que buscan alternativas más saludables, libres de lactosa y con beneficios funcionales adicionales.

En este contexto, los trastornos gastrointestinales representan una problemática de salud pública de gran relevancia. La intolerancia a la lactosa afecta aproximadamente al 68% de la población mundial, con prevalencias superiores al 50% en América Latina y hasta el 90% en Asia y África (Martínez Vázquez et al., 2020). Esta condición limita el consumo de lácteos tradicionales y obliga a buscar alternativas que aporten beneficios nutricionales sin desencadenar síntomas como dolor abdominal, diarrea o distensión. Asimismo, el síndrome de intestino irritable (SII) afecta entre el 10 y 15% de la población global, asociado a disbiosis intestinal y dietas inadecuadas (Chey et al., 2015). En este escenario, los alimentos fermentados con microorganismos probióticos se perfilan como una estrategia clave para mejorar la salud digestiva y modular la microbiota intestinal.

El kéfir, bebida fermentada originaria de las regiones montañosas del Cáucaso, Tíbet y Mongolia, ha sido consumido durante siglos como alimento funcional. Su fermentación involucra bacterias ácido-lácticas (BAL), bacterias ácido-acéticas (BAA) y levaduras, que actúan de manera simbiótica para transformar los azúcares en ácido láctico, ácido acético, etanol, CO₂ y exopolisacáridos (Bourrie et al., 2016). Estos metabolitos no solo confieren al producto sus características sensoriales, sino que también aportan propiedades probióticas, antimicrobianas y antiinflamatorias (Bourrie et al.,

2016). Sin embargo, el kéfir tradicional, elaborado a partir de leche animal, no es apto para personas con intolerancia a la lactosa o alergia a proteínas lácteas.

Por ello, la elaboración de análogos de kéfir a partir de matrices vegetales como soya, avena y almendra constituye una alternativa prometedora. Estas matrices aportan proteínas de origen vegetal, fibra soluble y compuestos bioactivos con potencial antioxidante y prebiótico (Al Shori y Al Zahrani, 2022). Además, su uso responde a la necesidad de diversificar la oferta de alimentos funcionales para consumidores veganos, intolerantes a la lactosa o con sensibilidad intestinal. Desde una perspectiva ambiental, aunque no es el eje central de esta investigación, el uso de matrices vegetales también contribuye a reducir la huella de carbono y el impacto de la producción láctea convencional (Autio et al., 2023).

La miel se incorpora en estas formulaciones como fuente de azúcares fermentables que sustituyen a la lactosa, favoreciendo la actividad de BAL, BAA y levaduras. Asimismo, aporta compuestos antioxidantes, antimicrobianos y prebióticos que potencian la viabilidad microbiana y enriquecen el perfil funcional del producto (Pinto Neto et al., 2025). Desde el punto de vista sensorial, la miel mejora el dulzor y la aceptación del kéfir vegetal, lo que incrementa su potencial de consumo en poblaciones con restricciones dietéticas.

En este marco, la presente investigación se orienta a evaluar la viabilidad microbiológica y las características fisicoquímicas de kéfirs elaborados con matrices vegetales enriquecidas con miel, comparándolos con un kéfir tradicional de leche bovina. La elección de estas bebidas responde a la necesidad de ofrecer alternativas funcionales para personas con intolerancia a la lactosa y otros trastornos intestinales, validando su potencial como alimentos probióticos de origen vegetal y alineándose, de manera complementaria, con tendencias de consumo sostenible.

Debido a esto los objetivos del estudio se enfocan:

Evaluar la aceptación y preferencia de las bebidas fermentadas con adición de miel usando análogos de leche (soya, avena y almendra).

Evaluar las características fisicoquímicas de las bebidas fermentadas a base de análogos de leche (soya, avena y almendra) y kéfir tradicional.

Evaluación sensorial y análisis de viabilidad microbiana del análogo de leche mejor evaluado de la fase I y kéfir tradicional lácteo.

Materiales y Métodos

Ubicación

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Zamorano, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tegucigalpa a Danlí, Valle de Yeguate, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La elaboración de los tratamientos se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta de Lácteos, los análisis físicos-químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ), y los análisis sensoriales en el Laboratorio de Evaluación Sensorial.

Materiales

Las materias primas principales utilizadas para la elaboración del kéfir incluyeron las bebidas de soya, avena y almendra, leche de vaca y miel de abeja.

El cultivo (liofilizado) empleado en el proceso de fermentación correspondió a Kéfir Starter Culture Powder (*Lactococci*, *Lactobacilli*, *Leuconostoc* y la levadura *Saccharomyces fragilis*), garantizando un perfil adecuado para la fermentación del kéfir.

Fase I

Elaboración de las Bebidas

Es importante destacar que los productos empleados en el proceso, incluyendo los análogos de leche, y miel de abeja utilizados en el proceso contaban con pasteurización previa.

El procedimiento de preparación de los tres análogos de leche se definió a partir de ensayos preliminares. En primera instancia, se desarrollaron las bebidas de kéfir utilizando los análogos de avena, soya y almendra como sustratos de crecimiento, bajo un período de fermentación de 18 horas a 25 °C. La cantidad de miel de abeja incorporada se estableció en 5% del volumen de la matriz utilizada tomando como referencia el contenido de lactosa presente en la leche de vaca (5%) equivalente a 50 g por cada 1000 ml y también 0.14% del cultivo iniciador (Figura 1), obteniendo así tres tratamientos (Cuadro 1). De acuerdo con las recomendaciones de Cultures For Health, es

suficiente para la fermentación de aproximadamente un litro de leche. Para el presente experimento, se determinó que la cantidad óptima de cultivo correspondía al 0.14% del volumen total, equivalente a 1.4 g por cada 1000 ml de sustrato.

Finalmente, después de la fermentación se almacenó en condiciones adecuadas (4-6 ° C) para preservar su calidad y estabilidad microbiológica, de acuerdo con lo reportado por (López et al., 2023).

Cuadro 1

Descripción de tratamientos fase I.

Tratamientos	Descripción
1	Análogo de leche de soya con 5% de miel y 0.14% del cultivo
2	Análogo de leche de avena con 5% de miel y 0.14% del cultivo
3	Análogo de leche de almendra con 5% de miel y 0.14% del cultivo

Análisis Microbiológico (Presencia de *Escherichia Coli*)

Previamente a la realización del análisis sensorial, se llevó a cabo la prueba de inocuidad para la detección de *Escherichia coli* en las muestras desarrolladas, incluyendo los tres análogos de leche (soya, avena, almendra) y el tratamiento control (kéfir lácteo). El objetivo de esta evaluación fue confirmar la ausencia de *Escherichia coli*, garantizando la seguridad de los productos y permitiendo su uso en el análisis sensorial sin presentar riesgo a los panelistas de acuerdo con el límite permitido (Cuadro 2).

Se utilizaron cajas Petri estériles, debidamente rotuladas, y se etiquetaron todos los materiales empleados. En primera instancia, se prepararon las diluciones 10^{-1} mezclando cuidadosamente 10 ml de cada bebida fermentada a partir de análogos de leche (soya, avena, almendra) con 90 mL de diluyente, y de igual manera, 10 g del tratamiento control (kéfir lácteo) con 90 mL de diluyente. Posteriormente, se trasladó 1 mL de cada dilución a las cajas Petri correspondientes, utilizando como medios de cultivo específicos Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) con MUG (ABRV-MUG) para la detección de *Escherichia coli*.

Las cajas se taparon y se agitó suavemente de manera horizontal para homogenizar la muestra, esperando a que el agar se solidificara antes de manipularlas o invertirlas. Finalmente, las placas se incubaron a 35 °C durante 24 horas.

Cuadro 2

Subgrupo de alimento: leches fermentadas, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.

Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite permitido
<i>Escherichia coli.</i>	N/A	B	<10 UFC/g

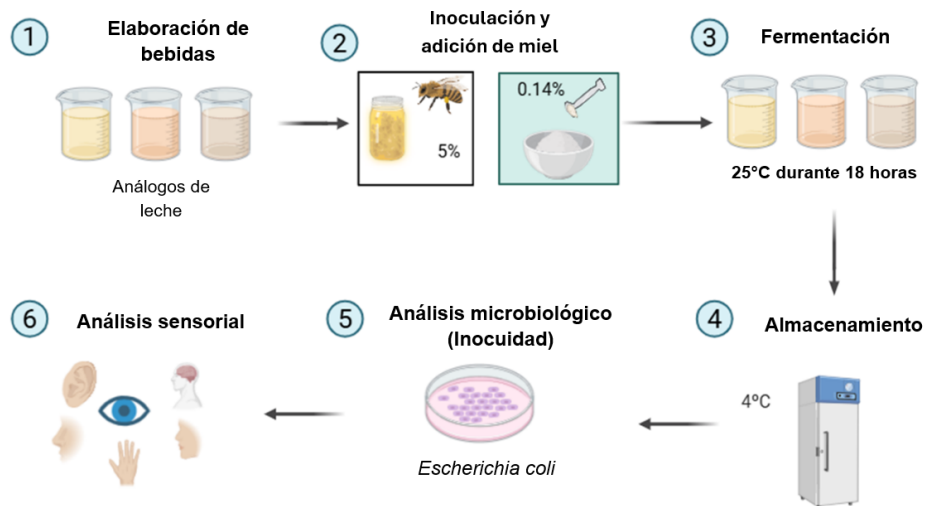
Nota. RTCA 67.04.50:17, UFC (Unidades Formadoras de Colonia), g (gramos), N/A (No Aplica), B (Mediana probabilidad de causar daño a la salud).

Análisis Sensorial Afectivo

Se realizó un análisis sensorial afectivo para evaluar la aceptación y preferencia de las bebidas fermentadas tipo kéfir elaborado a partir de análogos de leche con adición de 5% de miel. Se prepararon tres tratamientos: análogo de leche de soya (T1), avena (T2) y almendra (T3), cada uno con tres repeticiones siendo evaluados por un total de 100 panelistas no entrenados (estudiantes de pregrado de la Universidad de Zamorano). La prueba de aceptación se llevó a cabo mediante una escala hedónica de nueve puntos (1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta poco, 5= ni me gusta ni me disgusta, 6= me gusta poco, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho y 9= me gusta extremadamente), considerando los atributos apariencia, color, olor, acidez, consistencia y aceptación general. Adicionalmente, se aplicó una prueba de preferencia en la que los panelistas ordenaron los Tratamientos del 1 al 3, siendo 1 el más preferido y 3 el menos preferido, determinándose la opción más preferida a partir de la sumatoria de valores, donde un menor puntaje indicaba mayor preferencia.

Figura 1

Fase I. Elaboración de las bebidas fermentadas



Fuente: Elaboración propia

Diseño Experimental

Para el análisis de los datos sensoriales se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, lo que generó un total de nueve unidades experimentales. Los datos obtenidos fueron evaluados a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y se usó una prueba de separación de medias de Duncan ($P < 0.05$). Adicionalmente, se realizó un análisis de correlación entre los tratamientos. Los resultados de la prueba de preferencia fueron analizados utilizando las tablas de Basker y Kramer.

Fase II

Los análisis fisicoquímicos se realizaron a las bebidas fermentadas a partir de análogos de leche y al kéfir tradicional, elaborado a partir de leche de vaca (Cuadro 3).

Cuadro 3*Descripción de tratamientos fase II.*

Tratamientos	Descripción
1	Análogo de leche de soya más 5% de miel y 0.14% del cultivo
2	Análogo de leche de avena más 5% de miel y 0.14% del cultivo
3	Análogo de leche de almendra más 5% de miel y 0.14% del cultivo
4	Leche de vaca más 1.4% del cultivo (control)

Análisis Físicoquímicos**pH.**

La medición se realizó utilizando un potenciómetro digital PHMETRO Katotek siguiendo el método AOAC 981.12, con un rango de 0 a 14. Previamente al análisis, el instrumento fue calibrado y estandarizado empleando soluciones buffer con valores de pH 4.00 y 7.00, garantizando la precisión de las lecturas en todas las muestras.

Grados Brix.

Los niveles de Brix se midieron utilizando un refractómetro digital ATAGO 3810 siguiendo el método de AOAC 953.17. Para cada medición se colocó una gota de muestra sobre el instrumento, registrándose el valor de grados Brix. Estos valores se utilizaron para comparar el contenido de sólidos disueltos entre los tratamientos, permitiendo evaluar las diferencias entre los análogos vegetales y el kéfir tradicional.

Acidez titulable.

La acidez titulable de las muestras se determinó en la fase II del estudio mediante el método AOAC 942.15. En condiciones estériles, se tomaron 10.0 mL de la bebida fermentada de kéfir y se colocaron en un vaso de precipitados de 100.0 mL, al que se añadió 1.0 mL de una solución al 2% de fenolftaleína en etanol al 70%. La muestra se tituló con una solución estándar de NaOH 0,1 M hasta observar el cambio de color de amarillo pálido a rosa pálido, alcanzando un pH final de 8.2, controlado mediante medidor de pH.

La acidez titulable se expresó como porcentaje de ácido láctico equivalente, calculado según la siguiente ecuación:

$$\% \text{Ácido láctico} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times f}{V_{\text{muestra}}} \quad [1]$$

Donde:

V_{NaOH} : Volumen gastado de NaOH (mL).

N_{NaOH} : Normalidad del NaOH.

F: Factor de conversión para ácido láctico (90.08).

V_{muestra} : Volumen de la muestra titulada (mL).

Proteína cruda.

Se llevó a cabo la determinación de proteína cruda mediante el método AOAC 2001.11. Así, se pesó 5.0000 ± 0.0005 g de la muestra, las cuales fueron transferidas individualmente a tubos de digestión, incorporando en cada uno sulfato de potasio (K_2SO_4) y el sulfato cúprico (CuSO_4) como catalizadores para su digestión previa. Paralelamente, se preparó un blanco para el control del análisis. La digestión se efectuó en un equipo Tecator TM D20, previamente precalentado a 420°C .

Posteriormente, las muestras digeridas fueron sometidas a destilación en un destilador Kjeltex 8200, utilizando matraces Erlen Meyer como recipientes colectores. Para la destilación se empleó el Programa 1, adecuado para muestras con un contenido bajo de grasa inferior al 20. Los destilados obtenidos fueron titulados con ácido clorhídrico al 0.1 N usado en el proceso, tanto de los blancos "Vb", como de las repeticiones "Vm", registrando los volúmenes correspondientes. Con estos valores, se aplicaron las fórmulas correspondientes para el cálculo del porcentaje de nitrógeno (%N) (Ecuación 2) y, posteriormente, del porcentaje de proteína cruda (Ecuación 3).

$$\% \text{Nitrogeno Kjeldahl} = \frac{(V_m - V_b) \times M \times 14.01}{m \times 10} \quad [2]$$

Donde:

V_m : Volumen de ácido usado en titulación por la muestra (mL).

V_b : Volumen promedio de ácido usado en titulación por el blanco (mL).

N: Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado (N).

M: Molaridad del ácido estándar.

14.01: Peso atómico del nitrógeno.

$$\%Proteína = \%N \times F(6.25) \quad [3]$$

Donde:

%N: Porcentaje de nitrógeno.

F (6.25): Factor para convertir el nitrógeno para materiales de consumo, varía de acuerdo con el alimento.

Análisis Cromatográfico de Azúcares.

El perfil de azúcares presentes en las muestras fue determinado mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), utilizando una columna Agilent ZORBAX Carbohydrate Analysis (4.6 × 150 mm, 5 μm). Este método permite la separación eficiente de monosacáridos y disacáridos mediante fase normal.

Las muestras fueron previamente filtradas con membranas de celulosa regenerada (0.45 μm, Agilent Part No. 5061-3365), lo que permitió eliminar lípidos, contaminantes iónicos y partículas superiores a 2 μm, contribuyendo a prolongar la vida útil de la columna. Posteriormente, se diluyeron en una solución acetonitrilo/agua (60:40 v/v) para garantizar compatibilidad con la fase móvil. Las condiciones cromatográficas incluyeron una fase móvil de acetonitrilo/agua (75:25 v/v), flujo constante de 1.4 mL/min, temperatura de columna de 30 °C y detección mediante índice de refracción (RID) estabilizado térmicamente. Se inyectaron volúmenes de 3 μL por muestra, mientras que los estándares de referencia (fructosa 32 mg/mL, glucosa 12 mg/mL, galactosa 20 mg/mL) disueltos en fase móvil fueron inyectados en volúmenes de 10–20 μL para establecer la curva de calibración.

La identificación de los azúcares se realizó por comparación de los tiempos de retención con los estándares certificados, y la cuantificación se efectuó mediante integración de las áreas bajo la curva. A partir de los valores de área se calcularon las concentraciones de azúcares en tres etapas:

primero en partes por millón (ppm), posteriormente en miligramos por gramo (mg/g), y finalmente en miligramos por 100 gramos de muestra (mg/100 g).

Las ecuaciones empleadas fueron las siguientes:

$$PPM = \frac{(A - In.)}{P} \times FD \quad [4]$$

Donde:

PPM: partes por millón

A: área

In: Intercepto

P: Pendiente

FD: Factor de dilución

$$\frac{mg}{g} = \frac{PPM}{1000} \quad [5]$$

$$\frac{mg}{100g} = \frac{mg}{g} \times 100 \quad [6]$$

Viscosidad.

Se utilizó un viscosímetro VISCO-895 de la marca ATAGO siguiendo el método ISO 1652:2004. Para cada medición se empleó un vaso de precipitados de 100 mL, llenado con 80 mL de muestra. Las lecturas se realizaron con el rotor A3 a una velocidad de 200 revoluciones por minuto (rpm), registrando la viscosidad de cada muestra después de un minuto de funcionamiento del equipo, asegurando así la estabilidad de la lectura.

Color.

Se utilizó un analizador de color Hunter L*a*b*, siguiendo el método de análisis AN 1018.00. Antes de cada medición, el instrumento fue calibrado, y se registraron los valores de L*, a* y b*.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, obteniéndose un total de 12 unidades experimentales por cada análisis. Los datos fueron evaluados a través de un análisis de varianza (ANDEVA), usándose una prueba de comparación de medias Duncan con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Fase III***Análisis Sensorial***

A la bebida con resultados comparables tanto en análisis sensorial como fisicoquímicos y al kéfir tradicional lácteo se realizó un análisis sensorial de aceptación y preferencia pareada.

La evaluación se realizó con tres repeticiones resultando seis unidades experimentales y contó con la participación de 100 panelistas no entrenados, considerando los mismos atributos sensoriales: apariencia, color, olor, acidez, consistencia y aceptación general. Se empleó una escala hedónica de nueve puntos, donde 1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta poco, 5= ni me gusta ni me disgusta, 6= me gusta poco, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho y 9= me gusta extremadamente. Adicionalmente, se aplicó una prueba de preferencia en la que los panelistas ordenaron los tratamientos del 1 al 2, determinándose la opción más preferida a partir de la sumatoria de valores, donde un menor puntaje indicaba mayor preferencia.

Esta etapa permitió determinar la aceptación y preferencia relativa entre el análogo con mejores resultados (Fase I & Fase II) y el kéfir lácteo (tratamiento control), proporcionando información relevante sobre la viabilidad sensorial del producto desarrollado.

Análisis Microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos únicamente en la muestra que obtuvo mayor aceptación en fase I en la evaluación sensorial y en los parámetros fisicoquímicos en la fase II, comparándola con el kéfir tradicional lácteo. Se determinaron los recuentos de bacterias ácido-lácticas (BAL), bacterias

ácido-acéticas (BAA) y levaduras, con el objetivo de evaluar la viabilidad de esta microbiota tras la fermentación y su capacidad de adaptación en ausencia de lactosa, utilizando como fuente de azúcares la miel incorporada en las matrices vegetales (Figura 2).

A partir de 10 g de muestra en 90 mL de diluyente, se obtuvo la dilución 10^{-1} , y a partir de esta se continuó con el esquema de diluciones seriadas hasta 10^{-6} . Para el análisis, se preparó una gradilla con seis tubos conteniendo 9 mL de solución buffer de fosfato, debidamente rotulados con sus respectivos factores de dilución. Las siembras se realizaron por el método de vertido en placa, empleando los medios de cultivo específicos: Agar De Man-Rogosa-Sharpe (MRS) con azul de metileno para BAL, Agar Manitol para BAA y Agar Rosa Bengala (ARB) para mohos y levaduras. Se sembraron 1 mL de la dilución 10^{-6} para BAL, 1 mL de la dilución 10^{-5} para BAA y 1 mL de la dilución 10^{-4} para mohos y levaduras, tanto para el tratamiento de análogo de soya como para el tratamiento control.

Las cajas de Petri, estériles y rotuladas se agitaron suavemente tras la inoculación y se dejaron solidificar antes de ser invertidas e incubarlas en condiciones específicas: BAL a 35 °C por 5 días, BAA a 25 °C por 3 días y mohos-levaduras a 25 °C por 3 a 5 días.

Figura 2

Fase III. Evaluación sensorial y análisis de viabilidad microbiana.



Diseño Experimental

En esta etapa, los datos sensoriales con una prueba de aceptación se analizaron mediante una comparación de muestras Independientes a través de una prueba t-student comparando el tratamiento con mayor aceptación de la Fase I frente al tratamiento control (T4= Kéfir lácteo) mientras que la prueba de preferencia se determinó mediante una prueba binomial pareada (Anexo C).

Finalmente, se utilizó una prueba T Student para los análisis microbiológicos (bacterias ácido-lácticas, bacterias ácido-acéticas y levaduras) se compararon entre el tratamiento control y el mejor evaluado de la Fase I.

Todos los datos generados en este estudio fueron procesados utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS®) OnDemand for Student.

Resultados y Discusión

Fase I

Análisis Microbiológicos de Inocuidad

Los resultados del análisis microbiológico de inocuidad se llevaron a cabo en cada uno de los tratamientos durante la primera repetición, realizándose una única determinación por tratamiento con el fin de verificar la inocuidad del producto. Los resultados obtenidos para *Escherichia coli* evidenciaron ausencia del microorganismo, reportándose como 0 UFC/g, lo que confirma la inocuidad microbiológica de las muestras evaluadas mostrada en el Cuadro 4.

Cuadro 4

Resultados del análisis microbiológico de inocuidad.

1.10. Subgrupo del alimento: leches fermentadas, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.

Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite permitido	Reportado
<i>Escherichia coli</i>	N/A	B	<10 UFC/g	0 UFC/g

Nota: RTCA 67.04.50:17. UFC (Unidades Formadoras de Colonia), g (gramos), N/A (No Aplica), B (Mediana probabilidad de causar daño a la salud).

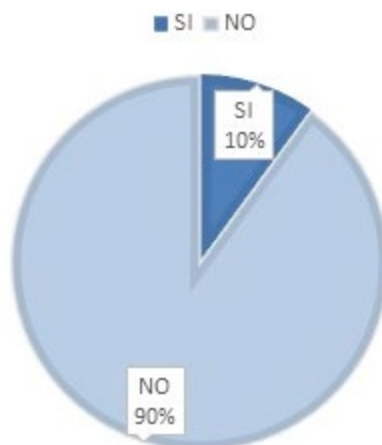
Análisis Sensorial

Se muestran los resultados obtenidos en la Figura 3 respecto a la pregunta inicial aplicada en el análisis sensorial en ambas fases (Fase I y Fase III) a los panelistas no entrenados: ¿Consume kéfir? Se obtuvo que únicamente el 10% de los panelistas respondió afirmativamente, mientras que el 90% de los panelistas indicó no consumen este tipo de bebida fermentada.

Este resultado evidencia que el kéfir no es un producto de consumo habitual entre los panelistas encuestados en la Universidad Zamorano, lo que refleja un desconocimiento acerca de sus características y beneficios de la bebida fermentada. Sin embargo en el pie de la hoja sensorial se aclaró que el kéfir es una bebida láctea fermentada, con características similares al yogurt, pero con ligeras notas ácidas y matices de alcohol de acuerdo con (Prado et al., 2015).

Figura 3

Porcentaje de panelistas que consumen kéfir (N=200).



Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación

En el análisis sensorial afectivo con una prueba de aceptación se evidenció en el cuadro 5 diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tres tratamientos de kéfir vegetal endulzado con 5% de miel, elaborados con leche de soya (T1), avena (T2) y almendra (T3). El tratamiento T1 registró las puntuaciones más altas en la mayoría de los atributos evaluados, mientras que T3 obtuvo los valores más bajos, indicando una menor aceptación sensorial del kéfir elaborado con leche de almendra en esta fase. Se puede observar que el porcentaje del coeficiente de variación se encuentra entre 25.92 a 36.63 (Cuadro 5), reflejan la dispersión esperada en los panelistas no entrenados, donde las percepciones sensoriales están influenciadas por el consumo no habitual del kéfir vegetal y la falta de familiaridad con atributos fermentativos como la acidez y la consistencia. Esta variabilidad es coherente con estudios previos que destacan la importancia de la experiencia del consumidor en la evaluación sensorial de productos funcionales (Rosa et al., 2017).

Apariencia.

El atributo de apariencia presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p = 0.0001$), siendo T1 (kéfir de soya) el más aceptado con una media de 5.92 ± 1.97^a valorado como “me gusta poco”, seguido por T2 (avena) con 5.23 ± 1.76^b “ni me gusta ni me disgusta”, y T3 (almendra)

con 4.00 ± 1.70^c “me disgusta poco”. Estos resultados sugieren que el kéfir de la matriz de soya, en combinación con miel, genera una apariencia más atractiva para los consumidores, posiblemente por su color homogéneo y consistencia visual más estable (Vailati et al., 2022). La menor puntuación de T3 podría estar relacionada con la tendencia de las bebidas de almendra a presentar separación de fases o turbidez, lo cual afecta negativamente la percepción visual (Mäkinen et al., 2016a).

Así mismo, se observó una correlación alta entre el color y la aceptación general ($r = 0.79$, $p < 0.0001$), lo que confirma que la percepción visual influye significativamente en la preferencia del consumidor. La consistencia mostró una correlación moderada ($r = 0.52$), mientras que olor y acidez presentaron correlaciones bajas, indicando menor impacto sensorial. Estos resultados coinciden con estudios que destacan el papel del color como factor clave en la evaluación hedónica de alimentos vegetales (Severiano Pérez, 2019).

Color.

El atributo de color presentó diferencias significativas ($p = 0.0001$) entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T1 (soya) obtuvo la mayor aceptación, con un valor promedio de 6.47 ± 1.68^a , correspondiente a la categoría “me gusta poco”. Le siguió el tratamiento T2 (avena), con una media de 5.36 ± 1.70^b , clasificado en la escala como “ni me gusta ni me disgusta”, mientras que el tratamiento T3 (almendra) registró una media de 4.30 ± 1.77^c , considerada dentro de la categoría “me disgusta poco”.

La tonalidad cremosa y uniforme observada en la bebida a base de soya fermentada resultó visualmente más atractiva para los panelistas. Esto coincide con lo señalado por (Sethi et al., 2016) quienes destacan que dicho color es el más familiar entre los consumidores de productos lácteos tradicionales, lo que explica su mayor aceptación sensorial. Además, la interacción entre los compuestos fenólicos de la miel y las proteínas de soya favoreció la formación de pigmentos melanoidínicos derivados de la reacción de Maillard, responsables de tonalidades cálidas y doradas que incrementan la percepción de naturalidad y frescura del producto (Martins et al., 2000).

En contraste, las bebidas de avena y almendra presentaron colores menos apreciados sensorialmente. La avena tiende a generar una tonalidad más opaca y blanquecina, mientras que la almendra produce un color pálido o grisáceo, lo que limita su atractivo visual (Pathare et al., 2013). Estas características se deben a su bajo contenido proteico y fenólico en comparación con la soya, lo cual reduce tanto la intensidad de la coloración como la capacidad de interacción con la miel en reacciones de pardeamiento no enzimático. Esto explica la menor aceptación de T2 y T3, confirmando que el color constituye un atributo decisivo en la preferencia del consumidor (Tuorila y Hartmann, 2020).

Además, se presentó una correlación alta en el atributo de apariencia ($r = 0.79$, $p < 0.0001$) y aceptación general ($r = 0.60$, $p < 0.0001$), moderada en consistencia ($r = 0.51$, $p < 0.0001$), en olor, y en acidez presentó una correlación baja. La alta correlación entre el color y la aceptación general confirma que la apariencia visual influye directamente en la preferencia del consumidor. Colores cálidos y familiares, como los del tratamiento con soya, generan mayor aceptación, mientras que tonalidades opacas o grisáceas, como en avena y almendra, reducen el atractivo. Esto respalda estudios que destacan el color como factor clave en la evaluación sensorial (Pathare et al., 2013).

Olor.

El atributo olor mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.0033$). Los mejores resultados correspondieron a T1 (soya) con un valor en la media de 5.58 ± 1.77^a y T3 (almendra) con 5.67 ± 1.85^a encontrándose en la escala “ni me gusta ni me disgusta”, atribuibles a la formación de compuestos volátiles agradables durante la fermentación, como aldehídos, alcoholes y ácidos en la soya (Santos et al., 2019) y al benzaldehído característico de la almendra (Gu et al., 2023). En ambos casos, la miel actuó como modulador, aportando notas florales y dulces que mejoraron la aceptación sensorial (Pinto Neto et al., 2025).

En contraste, T2 (avena con miel) obtuvo la menor puntuación con una media de 4.97 ± 1.77^b , correspondiente a “me disgusta poco” en la escala hedónica, debido a su perfil aromático más neutro

y la presencia de compuestos hexanales y alcoholes de cadena corta, asociados a notas herbáceas o poco atractivas (McGorin, 2019). Aunque la miel aportó dulzor, no fue suficiente para compensar esta neutralidad. La variabilidad en la percepción entre panelistas sugiere además influencia de la experiencia y familiaridad con este tipo de bebidas (Lawless y Heymann, 2010).

Además, la correlación moderada con la aceptación general ($r = 0.50$, $p < 0.0001$) indica que, aunque el aroma influye en la preferencia del consumidor, su efecto es menor que el de atributos visuales como el color. La baja correlación del olor con apariencia, color, acidez y consistencia evidencia su carácter más independiente y subjetivo, determinado por factores como la familiaridad, la memoria olfativa y las expectativas individuales. En productos fermentados vegetales, la percepción aromática puede variar según los compuestos volátiles y la sensibilidad del panelista, lo que explica la dispersión en las valoraciones sensoriales (Lawless y Heymann, 2010).

Acidez.

El atributo de acidez presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.0369$). El tratamiento T1 (soya) obtuvo una valoración promedio de 5.53 ± 1.97^a , correspondiente a la categoría “ni me gusta ni me disgusta”, mientras que el tratamiento T2 (avena) registró una media de 5.45 ± 2.11^a , ubicada en la misma categoría, sin diferencias estadísticas entre ambos. En contraste, el tratamiento T3 (almendra) mostró una menor aceptación con un valor promedio de 4.93 ± 2.03^b , clasificado dentro de la categoría “me disgusta poco”, según la escala hedónica empleada.

La soya y la avena contienen compuestos con capacidad amortiguadora, como proteínas, β -glucanos y minerales, que pueden neutralizar parcialmente los ácidos orgánicos presentes en la formulación, reduciendo así la percepción sensorial de acidez (Beltrá Martínez, 2025). En cambio, la almendra, al tener una matriz lipídica más dominante y menor contenido proteico, puede intensificar la percepción de acidez al no ofrecer suficiente capacidad de amortiguación (Barreca et al., 2020).

Así mismo, la acidez mostró una correlación positiva alta con la aceptación general ($r = 0.72$, $p < 0.0001$) y moderada con la consistencia ($r = 0.05$, $p < 0.0001$), indicando que un nivel equilibrado

de acidez favorece la valoración global y la percepción de textura del producto. Por el contrario, los atributos de apariencia, color y olor presentaron correlaciones bajas, sugiriendo que la acidez tiene un efecto menor en estos aspectos sensoriales (Ustaoglu-Gençgönül et al., 2024).

Consistencia.

La consistencia mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). El tratamiento T1 (soya) fue el más aceptado, con una media de 6.10 ± 2.13^a , correspondiente a la categoría “me gusta poco”. Le siguió T2 (avena) con una valoración de 5.51 ± 1.93^b (“ni me gusta ni me disgusta”) y, finalmente, T3 (almendra) con 4.80 ± 1.81^c , asociado a la percepción “me disgusta poco”.

El T1 (soya) presentó mayor aceptación; se atribuye a su alto contenido proteico (≈ 3.1 g/100 g), que favorece la formación de una red estable durante la fermentación, mejorando la viscosidad y proporcionando una textura cremosa y homogénea (Prado et al., 2015). En cambio, el tratamiento T2 (avena) presentó una consistencia intermedia por su contenido de β -glucanos, que aportan cierta viscosidad pero con menor capacidad estructurante que las proteínas de la soya, generando una textura más fluida (Mäkinen et al., 2016b). Finalmente, el tratamiento T3 (almendra) obtuvo la menor aceptación debido a su bajo contenido proteico y graso, lo que impide la formación de una estructura estable y produce una bebida más líquida y con menor cuerpo (Kuffo-Vélez et al., 2024).

La consistencia mostró una correlación alta con la aceptación general ($r = 0.72$, $p < 0.0001$), lo que confirma que la textura es un factor determinante en la preferencia del consumidor. Este hallazgo concuerda con lo descrito por (Lawless y Heymann, 2010), quienes señalan que la textura y la viscosidad son atributos críticos en la percepción de calidad y aceptación de productos fermentados. Asimismo, se observó una correlación moderada con apariencia, color y acidez, y baja con olor, lo que sugiere que las propiedades reológicas influyen tanto en la percepción visual como en la aceptación global del producto, pero en menor medida en los atributos olfativos.

Aceptación General.

La aceptación general presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.0001$). El tratamiento T1 (soya) obtuvo la mayor puntuación con una media de 6.21 ± 1.71^a , correspondiente a la categoría “me gusta poco”. Le siguió el tratamiento T2 (avena) con una media de 5.56 ± 1.85^b , clasificada como “ni me gusta ni me disgusta”, mientras que el tratamiento T3 (almendra) registró la menor aceptación con una media de 4.85 ± 1.67^c , equivalente a la categoría “me disgusta poco”.

La alta aceptación en T1 se atribuye a la sinergia entre una matriz vegetal rica en proteínas y la miel como modulador sensorial. La soya proporciona una textura cremosa y estable, mientras que la miel aporta dulzor y compuestos aromáticos que suavizan notas fermentativas. Estudios como el de (Hidalgo-Fuentes et al., 2024) confirman que la combinación de soya fermentada con miel mejora significativamente la aceptación sensorial del producto.

Aunque los β -glucanos de la avena aportan cierta viscosidad, su capacidad estructurante es limitada, generando una textura más fluida. Además, su perfil aromático es más neutro, lo que reduce el impacto sensorial positivo. Sin embargo, la miel ayuda a mejorar parcialmente la percepción general. (Khrundin y Nikitina, 2024) destacan que la fermentación de avena con bacterias lácticas mejora la textura y el perfil antioxidante, pero su aceptación depende de ajustes en sabor y cuerpo.

Por otro lado, el T3 se atribuye a su bajo contenido proteico y fenólico, lo que impide la formación de una estructura estable y genera una bebida más líquida y con menor cuerpo. Además, el color pálido o grisáceo y la tendencia a la separación de fases afectan negativamente la percepción visual. Aunque la miel aporta dulzor, no logra compensar la falta de estructura ni el perfil sensorial débil. (Kılınç et al., 2025) observaron que las bebidas fermentadas de almendra requieren estabilización adicional para mejorar su aceptación sensorial.

La aceptación general mostró correlaciones altas en color ($r = 0.60$, $p < 0.0001$), acidez ($r = 0.72$, $p < 0.0001$) y consistencia ($r = 0.72$, $p < 0.0001$) además de moderada en apariencia y olor. lo

que confirma que la aceptación del consumidor depende de la sinergia entre factores visuales, texturales y aromáticos (Bourrie et al., 2016).

Cuadro 5

Prueba sensorial afectiva de aceptación Fase I.

Tratamiento	Apariencia	Color	Olor	Acidez	Consistencia	Aceptación general
Media ± D. E						
T1	5.92 ± 1.97 ^a	6.47 ± 1.68 ^a	5.58 ± 1.77 ^a	5.53 ± 1.97 ^a	6.10 ± 2.13 ^a	6.21 ± 1.71 ^a
T2	5.23 ± 1.76 ^b	5.36 ± 1.70 ^b	4.97 ± 1.77 ^b	5.45 ± 2.11 ^a	5.51 ± 1.93 ^b	5.56 ± 1.85 ^b
T3	4.00 ± 1.70 ^c	4.30 ± 1.77 ^c	5.67 ± 1.85 ^a	4.93 ± 2.03 ^b	4.80 ± 1.81 ^c	4.85 ± 1.67 ^c
C.V. %	28.37	26.19	27.16	36.63	31.20	25.92
Probabilidad	<.0001	<.0001	0.0033	0.0369	<.0001	<.0001

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). abc= Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%)= Coeficiente de variación. D.E.= Desviación Estándar. Escala hedónica (1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta poco, 5= ni me gusta ni me disgusta, 6= me gusta poco, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho y 9= me gusta extremadamente).

Prueba Sensorial Afectiva de Preferencia por Ordenamiento

En el Cuadro 6 se muestran resultados obtenidos en la prueba de preferencia por ordenamiento para los análogos de leche de soya (T1), avena (T2) y almendra (T3). De acuerdo con el valor crítico de 33.1 propuesto por Basker y Kramer (Anexo M), se determinó que no existieron diferencias significativas entre T1 y T2 (diferencia = 32), ni entre T2 y T3, lo que refleja una aceptación equivalente entre dichos tratamientos. Sin embargo, se evidenció diferencia significativa entre T1 y T3, indicando que T1 fue el más preferido por los panelistas y T3 el menos valorado.

Los resultados de preferencia obtenidos por los paneles no entrenados se atribuyen a las características sensoriales propias de cada sustrato vegetal. El T1 (soya) destacó por su apariencia lechosa, color uniforme, aroma neutro familiar y mayor cremosidad (Kılınç et al., 2025) atributos mejor valorados frente al T2 (avena), de notas intensas y consistencia moderada, así mismo T3 (almendra), de tonalidades opacas y textura acuosa (Hardiyanti et al., 2025).

Cuadro 6

Resultado de análisis afectivo: preferencia de los análogos de kéfir.

Tratamiento	Suma de Categoría			
	Tratamiento	T1	T2	T3
	Suma de categoría	170	202	228
T1	170	0	-32	-58
T2	202	32	0	-26
T3	228	58	26	0

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% de miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). Punto crítico: 33.1 de acuerdo con el Anexo B.

Fase II

Resultados de Análisis Químicos

pH.

En el cuadro 7 se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, El T1 (soya) como el T4 mostraron el pH más bajo, en lo cual se evidenció que no hubo diferencias significativas. Lo que refleja en ambos tratamientos una fermentación más activa, asociada a su mayor disponibilidad de azúcares fermentables y péptidos que estimulan el metabolismo microbiano y la producción de ácidos orgánicos (Ramírez Araujo, 2015). Esto explica también que el T1, en cuanto a los análogos de leche presentará la mayor acidez titulable, confirmando la relación directa entre ambos parámetros.

Además, el comportamiento del T1 también puede vincularse a la liberación de azúcares propios de la soya y al aporte adicional de la miel, que permanecen como sólidos solubles residuales y sostienen la actividad fermentativa (Cia, 2024).

Finalmente, el T2 (avena) y T3 (almendra) registraron valores de pH significativamente más altos, lo que indica una menor capacidad fermentativa de estas matrices en comparación con la soya y la leche.

Acidez Titulable.

De acuerdo con el cuadro 8 la acidez titulable fue significativamente mayor en T1 (soya) y en T4 (kéfir lácteo), lo que confirma una fermentación más activa en estas matrices. Este parámetro

refleja la acumulación de ácidos orgánicos (principalmente láctico, acético y cítrico) producto del metabolismo de bacterias lácticas y levaduras (Rosa et al., 2017), en el cual, la acidez titulable fue significativamente mayor en T1 (soya) y en T4 (kéfir lácteo), lo que confirma una fermentación más activa en estas matrices.

En contraste, los tratamientos T2 (avena) y T3 (almendra) mostraron valores notablemente más bajos, lo que sugiere una fermentación incompleta o limitada. En el caso de la avena, aunque aporta β -glucanos y maltosa, su aprovechamiento depende de la capacidad enzimática de los microorganismos presentes. En el análogo de almendra, la baja acidez se asocia con su menor contenido de carbohidratos simples y la posible inhibición microbiana por compuestos lipídicos y taninos (Łopusiewicz, 2024).

Cabe destacar que, además de modular el sabor, la acidez titulable está estrechamente relacionada con la capacidad antioxidante y funcionalidad de los productos fermentados según (Bourrie et al., 2016), lo que refuerza la relevancia de los valores observados en T1 y T4.

De acuerdo con el pH y Acidez titulable Según Buranelo et al. (2022) su estudio reporta valores de pH entre 5.06 y 5.89 en bebidas fermentadas de soya sin miel, dependiendo el tiempo y concentración de sólidos solubles. Además, la acidez titulable alcanzó valores mayores, lo que confirma una fermentación activa en la matriz de soya, aunque no se utilizó miel, los valores de acidez y pH son similares o incluso menores que los observados en el tratamiento T1, lo que sugiere que con el uso de miel no interfiere negativamente y puede incluso potenciar la fermentación al aportar azúcares fermentables, ya que la matriz de soya tiene una alta capacidad fermentativa.

Grados Brix.

En el cuadro 8 los tratamientos T2 (avena) y T3 (almendra) presentaron los valores más altos de °Brix, sin diferencias significativas entre ellos, lo que refleja una mayor concentración de azúcares solubles no fermentados. Esto puede explicarse por la menor actividad microbiana en estas matrices o por la composición propia de cada sustrato: en la avena, la presencia de maltosa y oligosacáridos no

siempre es totalmente aprovechada por las bacterias ácido-lácticas, mientras que, en la almendra, los azúcares simples coexisten con compuestos como, su alto contenido en grasas saludables (insaturadas), proteínas, fibra y carbohidratos que pueden limitar la fermentación (Cia, 2024).

En contraste, el T1 (soya) como el T4 mostraron valores de °Brix significativamente menores, lo que evidencia un mayor consumo de azúcares durante la fermentación. Este resultado es consistente con su mayor acidez titulable y menor pH, confirmando una transformación más completa del sustrato.

Según (Ceylan y Öncül, 2025), el contenido de sólidos solubles en bebidas fermentadas está estrechamente relacionado con el grado de fermentación, la actividad enzimática y la naturaleza del sustrato, lo que respalda los resultados observados en este estudio.

Este patrón también fue observado por Buranelo et al. (2022), quienes reportaron valores de °Brix alrededor de 5.38 °Brix en bebidas fermentadas de soya, dependiendo del tiempo de fermentación.

Cuadro 7

Resultados de análisis químicos: pH, Acidez titulable y grados Brix de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.

Tratamiento	pH	Acidez titulable	grados Brix
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.
T1	4.63 ± 0.19 ^b	0.66 ± 0.01 ^a	7.40 ± 0.44 ^b
T2	5.67 ± 0.24 ^a	0.17 ± 0.02 ^b	11.53 ± 0.35 ^a
T3	5.32 ± 0.18 ^a	0.04 ± 0.01 ^c	12.13 ± 0.06 ^a
T4	4.57 ± 0.12 ^b	0.66 ± 0.03 ^a	7.16 ± 0.21 ^b
C.V. %	3.75	5.86	3.14
Probabilidad	0.0002	<.0001	<.0001

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). T4 (Kéfir lácteo). abc= Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P < 0.05). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E.= Desviación Estándar.

Proteína.

En el cuadro 8 se observa el contenido de proteína cruda en los tratamientos a partir de análogos de leche con adición del 5% de miel (T1, T2, T3) y el tratamiento control (T4) mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, reflejando la composición nutricional de cada matriz.

Cuadro 7

Resultados de análisis químicos: proteína cruda de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.

Tratamiento	Proteína cruda (g/100 g)
	Media \pm D.E.
T1	3.05 \pm 0.21 ^b
T2	1.37 \pm 0.08 ^c
T3	0.50 \pm 0.02 ^d
T4	3.32 \pm 0.06 ^a
C.V. %	5.82
Probabilidad	<.0001

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). T4 (Kéfir lácteo). abcd = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P < 0.05). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E = Desviación Estándar.

El Cuadro 8 muestra que, si hubo diferencias significativas en el contenido de proteína cruda entre los tratamientos, aunque el T4 (lácteo) registró el valor más alto (3.32), lo que concuerda con su reconocida riqueza proteica (Bourrie et al., 2016). De acuerdo con (Malet et al.) las proteínas animales, como las de la leche, suelen presentar una mejor digestibilidad y un perfil más completo de aminoácidos esenciales; sin embargo, la soya se destaca como una alternativa vegetal con alto aporte proteico.

En los análogos de kéfir vegetal con adición de miel al 5%, las diferencias observadas reflejan la composición nutricional de cada matriz. El T1 presentó el valor más elevado entre los análogos de leche, lo cual se atribuye a la presencia de proteínas funcionales como la glicinina y la β -conglucina, que no solo enriquecen el valor nutricional, sino que también sirven como fuente de nitrógeno para el metabolismo de bacterias ácido-lácticas, favoreciendo una fermentación más activa (Rosa et al., 2017).

El T2 (avena) mostró un contenido intermedio, explicado por la presencia de avenina, una proteína con menor solubilidad y funcionalidad tecnológica. Por otro lado, el T3 (almendra) presentó el valor más bajo, lo que responde a la reducida concentración proteica de esta matriz y a la interferencia de compuestos fenólicos y lípidos que pueden limitar la fermentación (Viana Villa, 2023). Según (Pointke y Albrecht, 2022) las bebidas de almendra suelen tener menos de 1% de proteína, lo que reduce su funcionalidad tecnológica y nutricional.

Más allá de su importancia nutricional, estas diferencias impactan en la percepción sensorial del producto, ya que la proteína está correlacionada con atributos como apariencia, consistencia y aceptación, lo que resalta su rol estructural y funcional en el desarrollo de bebidas fermentadas vegetales (Bourrie et al., 2016).

Cromatografía de Azúcares.

En el Cuadro 9 se observa que el T1 (soya) se detectó fructosa (3.23 ± 0.26), atribuida principalmente al aporte de miel, mientras que en el T4 (leche) no estuvo presente. En cuanto a la glucosa, si se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica un origen mixto: en la leche, por la hidrólisis de lactosa en glucosa y galactosa, y en la soya por la presencia de miel y oligosacáridos propios (Escuredo et al., 2014). Como era esperado, en T1 no se detectó galactosa, debido a la ausencia de lactosa en la matriz de soya (Martínez-Villaluenga et al., 2008).

La elevada concentración de glucosa y fructosa en T1 refleja la interacción entre la composición bioquímica de la soya, la adición de miel y la dinámica fermentativa del kéfir. Aunque el T1 evidenció una fermentación más activa (respaldada por su bajo pH y alta acidez titulable), la presencia de sacarosa, rafinosa y estaquiosa en la soya puede haber favorecido la liberación de monosacáridos durante el proceso, elevando los niveles finales de azúcares detectados (Prado et al., 2015).

Este comportamiento también puede estar asociado a la estructura coloidal de la soya, que retiene azúcares simples y limita su acceso inmediato a los microorganismos, permitiendo la

coexistencia de una fermentación eficiente con una alta concentración de azúcares residuales. Asimismo, el consorcio microbiano del kéfir puede mostrar preferencia metabólica por compuestos nitrogenados como péptidos y aminoácidos, desviando parte de su metabolismo de los azúcares simples hacia rutas proteolíticas (Rabelo - Florez, Roger Alberto y Gutiérrez de Piñeres Ramírez, Gloria Isabel, 2022).

En contraste, los tratamientos T2 (avena) y T3 (almendra) mostraron menores concentraciones finales de glucosa y fructosa, lo que indica un mayor aprovechamiento de los azúcares simples, a pesar de presentar una fermentación menos intensa por sus limitaciones nutricionales. Estos resultados coinciden con reportes que subrayan la influencia del tipo de sustrato vegetal en la eficiencia fermentativa y en el destino metabólico de los carbohidratos en kéfir (Chávez Díaz, 2023).

Cuadro 8

Resultados de análisis químicos: análisis cromatográfico de azúcares de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.

Tratamiento	Cromatografía de azúcares			
	Fructosa (mg/100g)	Glucosa (mg/100g)	Galactosa (mg/100g)	Azúcares totales (mg/100g)
	Media ± D. E	Media ± D. E	Media ± D. E	Media ± D. E
T1	3.23 ± 0.26 ^a	2.40 ± 0.25 ^b	0 ^b	5.62 ± 0.51 ^a
T2	1.26 ± 0.08 ^b	2.70 ± 0.12 ^{ab}	0 ^b	3.96 ± 0.20 ^b
T3	0.57 ± 0.04 ^c	1.70 ± 0.06 ^c	0 ^b	2.26 ± 0.10 ^c
T4	0 ^d	2.98 ± 0.31 ^a	1.64 ± 0.76 ^a	4.62 ± 1.01 ^{ab}
CV (%)	11	8.54	93.05	13.98
Probabilidad	<.0001	0.0004	0.0016	0.0006

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). T4 (Kéfir lácteo). abc = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

Viscosidad.

En el cuadro 10 se encontraron diferencias significativas en la viscosidad entre los tratamientos, siendo el T4 (leche) el que presentó el valor más alto, asociado a su capacidad de

retención de agua y a la formación de una textura cremosa y estable (Ustaoglu-Gençgönül et al., 2024). En comparación, el kéfir de soya (T1) mostró una viscosidad menor, lo que concuerda con lo señalado por Łopusiewicz (2024)(Łopusiewicz, 2024), quien reporta que las proteínas vegetales presentan menor estabilidad coloidal y menor capacidad de retención de agua que las proteínas lácteas.

No obstante, la soya aporta proteínas funcionales como la glicinina y la β -conglucina, capaces de formar redes gelificadas que favorecen la retención de agua y la estabilidad de la matriz, contribuyendo a una textura más densa durante la fermentación (Prado et al., 2015). Obteniendo así una fermentación activa en T1 (evidenciada por su bajo pH y alta acidez).

Por otro lado, el T2 (avena), a pesar de contener β -glucanos con cierto efecto espesante, presenta proteínas de menor capacidad estructurante, mientras que el T3 (almendra), según (Pointke y Albrecht, 2022) las bebidas de almendra tienen una textura más líquida y menos estable debido a su limitada capacidad de retención de agua.

Estos estudios confirman que la composición proteica de la matriz y su interacción con el microbiota fermentador son determinantes clave en la textura final de los kéfirs vegetales y lácteos.

Cuadro 9

Resultados de análisis físicos: viscosidad de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.

Tratamiento	Viscosidad (m Pas)
	Media \pm D.E.
T1	17.14 \pm 0.98 ^b
T2	1.31 \pm 0.09 ^c
T3	0.25 \pm 0.22 ^c
T4	34.38 \pm 0.64 ^a
C.V. %	46.7
Probabilidad	<.0001

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). T4 (Kéfir lácteo). abc = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

Color.

En el cuadro 11 se muestra las tonalidades de los tratamientos donde se evidenciaron diferencias significativas. T4 como el T1 presentó mayor luminosidad debido a su alto contenido proteico y capacidad emulsificantes, mientras que T2 y T3 mostraron valores menores de L^* , asociados a pigmentos naturales y menos estabilidad estructural (Prado et al., 2015).

Según Aguilar-Centeno *et al.* (2023) el kéfir lácteo también mantiene una estructura más homogénea y estable, lo que favorece la dispersión de luz y contribuye a su apariencia más clara.

Además, según Rabelo et al. (2022)(Rabelo - Florez, Roger Alberto y Gutiérrez de Piñeres Ramírez, Gloria Isabel) destaca que el kéfir lácteo posee una mayor aceptación sensorial en cuanto a color y textura, especialmente por consumidores acostumbrados a productos lácteos, lo cual puede influir directamente en la percepción de calidad y preferencia del consumidor.

La avena mostró valores más alto en a^* y b^* , lo que indica una tonalidad más rojiza y amarilla, atribuida a la presencia de luteína, B-glucanos oxidados y la interacción con los azúcares de la miel, además de la actividad microbiana (Pastora, 2019).

Según (Pointke y Albrecht, 2022), las bebidas de almendra suelen presentar colores menos estables, lo que afecta su percepción visual.

El presente estudio mostró una correlación positiva significativa con la percepción sensorial del panelista, particularmente en atributos como apariencia y aceptación general, lo que indica que los productos más claros y homogéneos fueron mejor valorados visualmente, confirmando que el color instrumental no solo es un indicador físico, sino también un determinante clave en la experiencia del consumidor.

Cuadro 10

Resultados de análisis físicos: color en Escala L a* b* de las bebidas fermentadas y el kéfir tradicional.*

Tratamiento	L*	a*	b*
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.
T1	81.94 ± 0.06 ^b	0.59 ± 0.06 ^c	13.85 ± 0.14 ^b
T2	65.97 ± 0.07 ^d	2.95 ± 0.09 ^a	21.52 ± 0.14 ^a
T3	68.80 ± 0.35 ^c	2.79 ± 0.16 ^a	11.15 ± 0.15 ^d
T4	85.97 ± 0.09 ^a	0.87 ± 0.09 ^b	12.06 ± 0.09 ^c
C.V. %	0.25	0.17	0.18
Probabilidad	<.0001	<.0001	<.0001

Nota: T1 (análogo de kéfir de soya con 5% miel). T2 (análogo de kéfir de avena con 5% de miel). T3 (análogo de kéfir de almendra con 5% de miel). T4 (Kéfir lácteo). abcd = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P < 0.05). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar. Valor L* de 0 a 100 (0 es negro y 100 blanco), a* de -60 a +60 (-60 es verde y +60 es rojo), b* de -60 a +60 (-60 es azul y +60 es amarillo).

Fase III***Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación***

En el cuadro 12 se presentan los resultados de la prueba de aceptación sensorial entre el T1 y el T4. Los atributos evaluados fueron apariencia, color, olor, acidez, consistencia y aceptación general. Los análisis estadísticos revelaron que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en los atributos de acidez, consistencia y aceptación general, lo que indica una percepción similar entre ambas muestras en estos aspectos. En cambio, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los atributos de apariencia, color y olor.

Apariencia.

El tratamiento T4 (Cuadro 12) obtuvo una puntuación significativamente mayor en el atributo de apariencia (6.56 ± 1.72), correspondiente a la categoría “me gusta poco”, en comparación con el tratamiento T1 (5.67 ± 1.63), clasificado como “ni me gusta ni me disgusta”. Estos resultados evidencian diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.0002$).

Instrumentalmente, T4 presentó un valor de luminosidad L* de 86 ± 0.09 , frente a 82 ± 0.06 en el equivalente de soya, lo cual está asociado a una mayor dispersión homogénea de proteínas

lácteas que mejora la turbidez visual y oculta imperfecciones de superficie. La mayor viscosidad de T4 (34.38 m Pas) también contribuye a un film más estable en la superficie, reduciendo el riesgo de formación de grumos o estrías que afectan negativamente la apreciación visual (Prado et al., 2015).

Por su parte, la estructura coloidal de la soya, aunque rica en glicinina y β -conglucina, forma redes proteicas con menor capacidad de retención de agua y propensión a la sinéresis, lo cual puede generar zonas más translúcidas o ligeramente amarillentas que los panelistas perciben como menos atractivas. Además, la interacción con la miel introduce matices dorados que, si bien pueden sugerir naturalidad, desvían la apariencia hacia un espectro de color menos “lechoso” (Pointke y Albrecht, 2022). Esta combinación de factores técnicos y sensoriales explica la brecha observada en la evaluación hedónica.

Color.

En el atributo de color, el tratamiento T4 obtuvo una puntuación promedio de 7.21 ± 1.41 , superior a la de T1 siendo 5.84 ± 1.74 (Cuadro 12), evidenciando diferencias significativas entre tratamientos y una clara preferencia por tonalidades cercanas al blanco puro. El análisis de color mediante el sistema Hunter Lab* mostró que T4 presentó valores menores de a^* (0.87 ± 0.09) y b^* (12.06 ± 0.09) en comparación con T1 ($a^* = 0.59 \pm 0.06$; $b^* = 13.85 \pm 0.14$), lo que confirma un color más uniforme y con menor tendencia al amarillento (Cuadro 11). Esta tonalidad más clara y uniforme es percibida por los consumidores como indicio de pureza y frescura, en línea con lo reportado por (Pathare et al., 2013), quienes destacan que el color es el primer atributo sensorial evaluado. Además, (Sethi et al., 2016) señalan que los colores cercanos al blanco en bebidas vegetales se asocian con productos lácteos tradicionales, favoreciendo su aceptación sensorial.

Olor.

El atributo de olor presentó diferencias significativas (Cuadro 12) entre tratamientos ($p = 0.0339$). El tratamiento T4 obtuvo una puntuación significativamente superior (6.30 ± 1.82), correspondiente a la categoría “me gusta poco”, en comparación con el tratamiento T1 (5.73 ± 1.94),

clasificado como “ni me gusta ni me disgusta”. Esto se explica porque en la matriz láctea predominan aldehídos como el acetaldehído y ésteres de cadena corta, asociados a notas cremosas y frutales agradables (Walstra et al., 2005). En cambio, la fermentación de soya produce compuestos como hexanal y 1-octen-3-ol, responsables de matices herbáceos poco familiares que reducen la aceptación sensorial (Sun et al., 2022). Aunque la miel ayuda a suavizar estas notas, su efecto no fue suficiente para enmascararlas completamente (Viuda-Martos et al., 2010). En consecuencia, la familiaridad aromática del kéfir lácteo resultó determinante en la aceptación sensorial frente al perfil vegetal del análogo de soya (Lunesu et al., 2021).

Acidez.

El atributo de acidez no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.3112$). Tanto el T1 (5.81 ± 2.03) como el T4 (5.58 ± 2.00) se ubicaron en la categoría “ni me gusta ni me disgusta”, reflejando una percepción gustativa similar (Cuadro 12). Esta coincidencia se asocia con los valores equivalentes de pH (T1: 4.63 ± 0.19 ; T4: 4.57 ± 0.12) y acidez titulable (0.66% de ácido láctico) obtenidos en la Fase II (Cuadro 7), que indican una producción comparable de ácidos orgánicos en ambas matrices.

Durante la fermentación, tanto en el kéfir lácteo como en el análogo de soya con miel, las bacterias ácido-lácticas generaron ácido láctico y acético, responsables del sabor fresco y ligeramente ácido típico de estos productos (Leroy y Vuyst, 2004). La acidez moderada y estable percibida en ambos tratamientos proporcionó una sensación de frescura y equilibrio gustativo, atributo clave para la aceptación sensorial (Zong et al., 2022).

Además, la miel en el tratamiento vegetal contribuyó a suavizar la acidez, favoreciendo un balance con notas dulces (Cicha-Wojciechowicz et al., 2024). En conjunto, ambas matrices fermentadas lograron una acidez sensorial similar, evidenciando que el análogo de soya con miel puede replicar eficazmente la frescura y el perfil ácido del kéfir lácteo, manteniendo una aceptación comparable.

Consistencia.

El atributo de consistencia no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.4371$). Los panelistas otorgaron puntuaciones sensoriales similares al T4 (6.26 ± 1.83) y al T1 (6.05 ± 2.00), ambas correspondientes a la categoría “me gusta poco” (Cuadro 12). Esta similitud sensorial contrasta con los valores instrumentales de viscosidad, donde el kéfir lácteo (34.83 m Pas) presentó una resistencia al flujo significativamente mayor que el análogo de soya (17.14 m Pas) (Cuadro 10).

Esta discrepancia evidencia que la percepción de consistencia no depende exclusivamente de la viscosidad instrumental, sino también de propiedades sensoriales complejas como la cohesión, el cuerpo en boca y la sensación de cremosidad (Lawless y Heymann, 2010). En el caso del análogo de soya, la fermentación promueve la formación de exopolisacáridos microbianos, los cuales mejoran la viscosidad aparente y proporcionan una textura más suave y cremosa, aun con valores reológicos inferiores (Yang et al., 2021).

Además, las interacciones moleculares entre las proteínas de almacenamiento de la soya (glicinina y β -conglucina) y los polisacáridos vegetales generan una red coloidal estable, que confiere una estructura homogénea y una sensación táctil similar a la del kéfir lácteo (Yang et al., 2021). Este efecto estructural explica que, a pesar de las diferencias instrumentales, los consumidores perciban una consistencia comparable entre ambos productos.

Aceptación General.

El atributo de aceptación general no presentó diferencias significativas (Cuadro 12) entre tratamientos ($p=0.5144$). Los panelistas otorgaron puntuaciones similares al T4 (6.29 ± 1.77) y al T1 (6.13 ± 1.68), ambas correspondientes a la categoría “me gusta poco”, lo que indica que el análogo de soya con miel alcanzó un nivel hedónico comparable al kéfir lácteo. Esta equivalencia refleja una integración sensorial efectiva entre los distintos atributos evaluados que, en conjunto, determinan la aceptación global del producto.

La aceptación global fue comparable entre tratamientos, lo que demuestra que el análogo de soya con miel alcanza un nivel hedónico comparable al kéfir lácteo. Esta equivalencia se explica por la integración de atributos sensoriales: la apariencia cremosa y uniforme de la soya (Sethi et al., 2016), un aroma suavizado por la miel (Ahmed et al., 2018), una acidez equilibrada que aporta frescura (Leroy y Vuyst, 2004) y una consistencia cremosa reforzada por proteínas y polisacáridos de soya (Zeng et al., 2022).

En conjunto, estos factores permitieron que el análogo vegetal lograra una percepción sensorial integral equiparable al kéfir tradicional, confirmando el potencial de la soya como base aceptable para bebidas fermentadas endulzadas con miel.

Cuadro 11

Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación Fase II.

Tratamiento	Apariencia	Color	Olor	Acidez	Consistencia	Aceptación general
	Media \pm D.E					
T1	5.67 \pm 1.63	5.84 \pm 1.74	5.73 \pm 1.94	5.81 \pm 2.03	6.05 \pm 1.97	6.13 \pm 1.77
T4	6.56 \pm 1.72	7.21 \pm 1.41	6.30 \pm 1.82	5.58 \pm 2.00	6.26 \pm 1.83	6.29 \pm 1.68
C.V. %	27.52	35.25	33.88	38.43	35.81	31.2
Probabilidad	<.0002	<.0001	0.0339	0.3112	0.4371	0.5144

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% de miel). T4 (Kéfir lácteo). Probabilidad ($P \leq 0.05$) son significativamente diferentes. C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar. Escala hedónica (1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta poco, 5= ni me gusta ni me disgusta, 6= me gusta poco, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho y 9= me gusta extremadamente).

Prueba Sensorial Afectiva de Preferencia Pareada.

Los resultados obtenidos (Cuadro 13) mediante la prueba pareada indican que el tratamiento T1 fue preferido por 59 jueces, mientras que T4 recibió 41 juicios de preferencia, en una muestra total de 100 panelistas. Según los criterios estadísticos establecidos para este tipo de análisis sensorial, se requiere un mínimo de 59 juicios a favor de un tratamiento para considerar la diferencia como estadísticamente significativa al nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). En este caso, T1 alcanza exactamente dicho umbral, lo que permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de preferencias entre

los tratamientos. Aunque la diferencia es marginal, se considera significativa, lo que sugiere que T1 presenta atributos sensoriales que fueron consistentemente valorados por los jueces por encima de los ofrecidos por T4.

Además, se ha demostrado que matrices vegetales como la soya, cuando se combinan con ingredientes naturales como miel, pueden mantener o incluso mejorar el perfil sensorial de productos fermentados, sin generar rechazo por parte del panelista (Zong et al., 2022).

Finalmente, el desarrollo de productos funcionales con ingredientes vegetales responde a una tendencia creciente de consumo consciente, donde la experiencia sensorial sigue siendo un criterio clave de aceptación (Beltrá Martínez, 2025).

Cuadro 12

Resultados análisis sensorial afectivo: preferencia pareada de la bebida fermentada mejor evaluada y el kéfir tradicional.

Prueba pareada		
Tratamientos	N° de jueces	N° mínimo de juicios para significancia (p<0.05)
T1	59	59
T4	41	
Total de jueces	100	

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% de miel). T4 (kéfir lácteo). Mínimo de juicios correctos para establecer diferencia (0.05) = 59. De acuerdo con el anexo C.

Análisis Microbiológico

En cumplimiento del objetivo de evaluar y comparar la viabilidad de la microbiota entre el análogo de kéfir de soya con miel (T1), identificado como el de mayor aceptación sensorial, y el kéfir tradicional de leche (T4); los resultados microbiológicos demuestran que ambos tratamientos presentan concentraciones viables y funcionales de microorganismos clave (Cuadro 14), cumpliendo con los estándares establecidos por el Codex Alimentarius para productos fermentados con potencial probiótico ($\geq 10^7$ UFC/ml).

BAL.

Las BAL son el núcleo funcional del ecosistema fermentativo del kéfir. En este estudio, el tratamiento vegetal T1 alcanzó una concentración de 8.95 log UFC/ml (Cuadro 14), comparable al kéfir de leche T4 (8.61 log UFC/ml). Estos valores equivalen a más de 8.9×10^8 unidades formadoras de colonias por mililitro, lo que supera ampliamente el mínimo de 10^7 UFC/ml exigido por el Codex Alimentarius (Codex STAN 243-2003) para productos fermentados que puedan considerarse funcionales y con potencial probiótico.

La alta viabilidad de BAL en T1 indica que la matriz vegetal de soya, enriquecida con miel, no solo permite el desarrollo microbiano, sino que lo potencia. La miel aporta azúcares simples como glucosa y fructosa, que favorecen el metabolismo de cepas como *Lactobacillus plantarum* y *Lactocaseibacillus rhamnosus*, reconocidas por su capacidad de producir exopolisacáridos (EPS) con efectos inmunomoduladores y de mejorar la textura y aroma del producto (Pinto Neto et al., 2025). Además, estudios como el de (Dahiya y Nigam, 2023), confirman que matrices vegetales adecuadamente formuladas pueden sostener poblaciones de BAL equivalentes a las de productos lácteos, validando el kéfir vegetal como alternativa viable para consumidores con intolerancia a la lactosa.

Por tanto, desde el punto de vista de BAL, el kéfir vegetal T1 cumple con los requisitos microbiológicos del Codex para ser considerado kéfir fermentado, y además califica como bebida con potencial probiótico, siempre que se garantice la presencia de cepas con evidencia científica de beneficio para la salud.

BAA.

Las BAA, como *Acetobacter* y *Gluconobacter*, son microorganismos aeróbicos que complementan la fermentación láctica mediante la oxidación de azúcares y alcoholes, generando ácido acético y compuestos bioactivos. En T1 se registró una concentración de 8.60 log UFC/ml,

superior al T4 con 8.21 log UFC/ml (Cuadro 14), lo que indica una fermentación aeróbica activa y sinérgica.

Aunque el Codex Alimentarius no establece un umbral específico para BAA en kéfir, su presencia es característica del consorcio microbiano tradicional del kéfir, y su actividad contribuye a la acidez, conservación y seguridad del producto (Almeida et al., 2025) destacan que las BAA pueden producir bacteriocinas y ácidos orgánicos con efectos antimicrobianos y antioxidantes, además de modular el microbiota intestinal del consumidor. En el kéfir vegetal, la miel actúa como catalizador metabólico, proporcionando sustratos fermentables que favorecen la interacción entre BAA, BAL y levaduras (Escuredo et al., 2014) , lo que explica su elevada concentración en T1.

En este contexto, la presencia activa de BAA en T1 refuerza la autenticidad fermentativa del producto, alineándose con el perfil microbiano esperado en kéfir tradicional, y contribuyendo a su funcionalidad como bebida fermentada con beneficios potenciales para la salud.

Levaduras.

Las levaduras son responsables de la producción de etanol, dióxido de carbono y compuestos volátiles que enriquecen el perfil sensorial del kéfir. En T1 se observó una concentración de 5.45 log UFC/ml, significativamente comparable al T4 con 4.10 log UFC/ml (Cuadro 14), lo que equivale a aproximadamente 2.8×10^5 UFC/ml. Aunque el Codex no establece un valor mínimo para levaduras en kéfir, su presencia es esencial para que el producto sea considerado auténtico, ya que forman parte del consorcio simbiótico que define al kéfir.

El cultivo iniciador utilizado en T1 contenía *Saccharomyces fragilis*, una levadura capaz de fermentar azúcares simples y oligosacáridos presentes en la soya y la miel, generando compuestos aromáticos y vitaminas del complejo B (Cultures For Health, 2022). Además, *S. fragilis* puede mejorar la digestibilidad del producto al degradar parcialmente carbohidratos complejos (Hirst y Richter, 2016). La miel, rica en azúcares y antioxidantes, potencia el crecimiento de levaduras y la producción de metabolitos sensoriales y funcionales (Quino y Alvarado, 2017).

La concentración observada en T1, junto con la actividad fermentativa de las levaduras, confirma que el kéfir vegetal cumple con los criterios microbiológicos y funcionales para ser considerado kéfir fermentado, y además contribuye al perfil probiótico del producto, siempre que se utilicen cepas con respaldo científico.

Las poblaciones de BAL, BAA y levaduras en T1 (8.95, 8.60 y 5.45 log UFC/mL, respectivamente) superan los criterios establecidos por el Codex Alimentarius (2003) para bebidas fermentadas con potencial probiótico. La combinación de soya y miel aporta azúcares y oligosacáridos que favorecen la fermentación, generando un producto estable, con acidez balanceada y una diversidad de metabolitos que enriquecen tanto su funcionalidad como su perfil sensorial.

En conjunto, estos hallazgos confirman que el análogo de soya con miel presenta una viabilidad microbiana sólida y atributos sensoriales competitivos, posicionándose como una alternativa vegetal funcional comparable, e incluso ventajosa, frente al kéfir tradicional.

Cuadro 13

Resultados microbiológicos: BAL, BAA y Levaduras de T1 y T4.

Tratamiento	BAL	BAA	LEVADURAS
	Log UFC/mL ± D.E		
T1	8.95 ± 0.04	8.60 ± 0.14	5.45 ± 0.08
T4	8.61 ± 0.23	8.21 ± 0.04	4.10 ± 0.17
C.V. %	1.92	1.27	2.84
Probabilidad	0.06	0.01	0.0003

Nota. T1 (análogo de kéfir de soya con 5% de miel). T4 (kéfir lácteo). Probabilidad ($P \leq 0.05$) son significativamente diferentes. (%) =

Coficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar. BAL = Bacterias Acido Lácticas. BAA = Bacterias Acido Acéticas.

Conclusiones

El kéfir de soya con 5% de miel obtuvo la mayor aceptación sensorial en atributos como apariencia, color, consistencia y aceptación en comparación con kéfir de almendras y avena; y características comparables al kéfir tradicional. Estos resultados respaldan su viabilidad como una alternativa funcional de origen vegetal, capaz de satisfacer a consumidores que buscan opciones libres de lácteos sin comprometer la calidad sensorial.

El kéfir vegetal elaborado a base de soya presentó características fisicoquímicas similares al kéfir de leche en parámetros como pH, acidez titulable, grados Brix, azúcares totales con excepción de viscosidad, contenido proteico que presentó valores bajos con respecto al kéfir tradicional. Estos resultados confirman que la soya es la matriz vegetal más adecuada para el desarrollo de un kéfir funcional, mientras que la adición de miel optimiza el proceso fermentativo y contribuye a mejorar la calidad sensorial y el valor nutricional del producto final.

El kéfir de soya con 5% de miel presentó una microbiota activa y viable, con recuentos de BAL, BAA y levaduras que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Codex Alimentarius para productos fermentados con potencial probiótico. Estos resultados evidencian que la matriz vegetal, con adición de miel como fuente de azúcares fermentables, favorece una fermentación eficiente y funcional, alcanzando niveles microbiológicos comparables a los del kéfir lácteo y validando su potencial como alternativa probiótica de origen vegetal.

Recomendaciones

Realizar un seguimiento de los parámetros fisicoquímicos y de la viabilidad microbiana durante y después del proceso de fermentación, así como a lo largo del almacenamiento. Este control permitirá describir la evolución del sustrato, comprender la dinámica de la actividad microbiana y establecer con mayor precisión la vida útil del kéfir vegetal.

Evaluar el efecto de distintos edulcorantes y explorar combinaciones de matrices vegetales.

La incorporación de estabilizantes naturales se plantea como una estrategia para optimizar la consistencia, disminuir la sinéresis y mantener la aceptabilidad sensorial de los análogos de kéfir vegetal. Además de mejorar la textura y la estabilidad del producto, estos compuestos aportan un valor funcional adicional, al ser reconocidos como ingredientes naturales y ampliamente aceptados en formulaciones con enfoque saludable y de etiqueta limpia

Referencias

- Aguilar-Centeno, M. C., Ozuna-López, C. y Rodríguez-Hernández, G. (2023). Bebidas fermentadas de leche de vaca o cabra: comparación fisicoquímica, sensorial y de viabilidad probiótica. *Revista Ciencia E Innovación Agroalimentaria De La Universidad De Guanajuato*, 2(2), 38–57. <https://doi.org/10.15174/cia.v2i2.43>
- Ahmed, S., Sulaiman, S. A., Baig, A. A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, S., Jabeen, S. y & Shamim, N. (2018). Honey as a potential natural antioxidant medicine: An insight into its molecular mechanisms of action.: *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. <https://doi.org/10.1155/2018/8367846>
- Al Shori, A. B. y Al Zahrani, A. J. (2022). Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. *Food Science and Technology*, 42, Artículo e101321. <https://doi.org/10.1590/fst.101321>
- Almeida, K. V. de, Sant' Ana, C. T., Wichello, S. P., Louzada, G. E., Verruck, S. y Teixeira, L. J. Q. (2025). Water Kefir: Review of Microbial Diversity, Potential Health Benefits, and Fermentation Process. *Processes*, 13(3), 885. <https://doi.org/10.3390/pr13030885>
- Autio, M., Sekki, S., Autio, J., Peltonen, K. y Niva, M. (2023). Towards de-dairyfication of the diet?— Consumers downshifting milk, yet justifying their dairy pleasures. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.3389/frsus.2023.975679>
- Barreca, D., Nabavi, S. M., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A. S., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G. C., Süntar, İ. y Mandalari, G. (2020). Almonds (*Prunus Dulcis* Mill. D. A. Webb): A Source of Nutrients and Health-Promoting Compounds. *Nutrients*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/nu12030672>
- Beltrá Martínez, O. (2025). *Percepción y aceptación sensorial de bebidas de soja y avena enriquecidas con extractos vegetales*. Universidad Miguel Hernández. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/36900/1/TFG%20Beltra%20Martinez%2c%20Olivia.pdf>
- Bourrie, B. C. T., Willing, B. P. y Cotter, P. D. (2016). The Microbiota and Health Promoting Characteristics of the Fermented Beverage Kefir. *Frontiers in Microbiology*, 7, 647. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00647>
- Ceylan, B. y Öncül, N. (2025). Production of probiotic kefir from different plant-based milks. *Cogent Food & Agriculture*, 11(1), Artículo 2458351. <https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2458351>
- Chávez Díaz, A. M. (2023). *Comportamiento simbiótico del kéfir de leche utilizando como sustrato el germen de soya* [Tesis]. Escuela superior politécnica de chimborazo, Ecuador. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/18804>
- Chey, W. D., Kurlander, J. y Eswaran, S. (2015). Irritable bowel syndrome: A clinical review: A Clinical Review. *JAMA*, 313(9), 949–958. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.0954>
- Cia, L. S. (2024). *Formulación y análisis de la composición de bebida realizada a base de kéfir de agua* [Tesis]. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/20205/cia-laura-tesina-final.pdf

- Cicha-Wojciechowicz, D., Drabińska, N. y Majcher, M. A. (2024). Influence of Honey Varieties, Fermentation Techniques, and Production Process on Sensory Properties and Odor-Active Compounds in Meads. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 29(24). <https://doi.org/10.3390/molecules29245913>
- Cultures For Health. (2022). *Making milk kefir: temperature & how to choose a culturing period / cultures for health journal*. <https://culturesforhealth.com/blogs/learn/blog-making-milk-kefir-temperature-choose-culturing-period-2>
- Dahiya, D. y Nigam, P. S. (2023). Therapeutic and Dietary Support for Gastrointestinal Tract Using Kefir as a Nutraceutical Beverage: Dairy-Milk-Based or Plant-Sourced Kefir Probiotic Products for Vegan and Lactose-Intolerant Populations. *Fermentation*, 9(4), 388. <https://doi.org/10.3390/fermentation9040388>
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M. y Seijo, M. C. (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, 149, 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.097>
- Gu, Y [Yuchen], Feng, T., Song, S., Yao, L., Sun, M., Wang, H., Liu, Q. y Yu, C. (2023). GC-O-MS Analysis of Aroma-Active Compounds of Chinese Almonds Obtained by Different Pretreatment Methods. *Journal of Food Biochemistry*, 2023, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2023/9950778>
- Hardiyanti, R., Taufik, M., Manalu, A. E., Priskila, E., Ginting, M. R. B. y Arrazi, Z. A. (2025). Physicochemical Characterization of Kefir Combination from Goat Milk and Almond Milk. *Journal of Chemical Natural Resources*, 7(1), 66–70. <https://doi.org/10.32734/jcnar.v7i1.20472>
- Hidalgo-Fuentes, B., Jesús-José, E. de, Cabrera-Hidalgo, A. d. J., Sandoval-Castilla, O., Espinosa-Solares, T., González-Reza, R. M., Zambrano-Zaragoza, M. L., Liceaga, A. M. y Aguilar-Toalá, J. E. (2024). Plant-Based Fermented Beverages: Nutritional Composition, Sensory Properties, and Health Benefits. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/foods13060844>
- Hirst, M. B. y Richter, C. L. (2016). Review of Aroma Formation through Metabolic Pathways of *Saccharomyces cerevisiae* in Beverage Fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67(4), 361–370. <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.15098>
- Khrundin, D. V. y Nikitina, E. V. (2024). Chemical, Textural and Antioxidant Properties of Oat-Fermented Beverages with Different Starter Lactic Acid Bacteria and Pectin. *Biotech (Basel (Switzerland))*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/biotech13040038>
- Kılınc, G. E., Keser, A. y Özer, H. B. (2025). Determination of Nutritional Value, Antioxidant Activities, Microbiological and Sensory Properties of Almond, Soy and Oat Based Fermented Beverages. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/15428052.2025.2477570>
- Kuffo-Vélez, E. M., Guadamud-Loza, W. Y. y Muñoz-Murillo, J. P. (2024). Actividad antioxidante y propiedades sensoriales en bebida de soya y guayaba edulcorada con stevia. *Ingenium Et Potentia*, 6(10), 22–37. <https://doi.org/10.35381/i.p.v5i8.3637>
- Lawless, H. T. y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food* (2ª ed.). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>

- Leroy, F. y Vuyst, L. de (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.004>
- López, A. L., Pedregosa, A., Ruiz, F. A. y Ureña, L. P. (2023). *Recomendaciones en la elaboración de Kéfir*. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/index.php/registro-servifapa/42454887-cc92-4dca-a269-5716e0c6cae9>
- Łopusiewicz, Ł. (2024). Comparison of Homemade and Commercial Plant-Based Drinks (Almond, Oat, Soy) Fermented with Yogurt Starter Culture for Fresh Consumption. *Fermentation*, 10(1), 35. <https://doi.org/10.3390/fermentation10010035>
- Lunesu, M. F., Bomboi, G. C., Marzano, A., Comin, A., Prandi, A., Sechi, P., Nicolussi, P. S., Decandia, M., Manca, C., Atzori, A. S., Molle, G. y Cannas, A. (2021). Metabolic and hormonal control of energy utilization and partitioning from early to mid lactation in Sarda ewes and Saanen goats. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 3617–3631. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19462>
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E. y Arendt, E. K. (2016a). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E. y Arendt, E. K. (2016b). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Malet, A., Blais, A. y Tomé, D. Milk Proteins: Nutritional Quality of Milk Proteins, 948–952. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00386-X>
- Martínez Vázquez, S. E., Nogueira de Rojas, J. R., Remes Troche, J. M., Coss Adame, E., Rivas Ruíz, R. y Uscanga Domínguez, L. (2020). Importancia de la intolerancia a la lactosa en individuos con síntomas gastrointestinales, 85(3). <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2020.03.002>
- Martínez-Villaluenga, C., Frias, J. y Vidal-Valverde, C. (2008). Alpha-galactosides: Antinutritional factors or functional ingredients? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(4), 301–316. <https://doi.org/10.1080/10408390701326243>
- Martins, S. I., Jongen, W. M. y van Boekel, M. A. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9-10), 364–373. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00022-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00022-X)
- McGorin, R. J. (2019). Key Aroma Compounds in Oats and Oat Cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(50), 13778–13789. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00994>
- Pastora, W. E. (2019). Evaluación del efecto que ejerce el consumo de β -glucanos de avena (*Avena sativa* L.) como tratamiento complementario en personas con diabetes mellitus tipo 2 en la Ciudad de Choluteca octubre-noviembre del 2018. <https://www.researchgate.net/publication/330618695>

- Pathare, P. B., Opara, U. L. y Al-Said, F. A.-J. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Pinto Neto, W. d. P., Costa de Lucena, T. M., Da Alves Paixão, G., Shinohara, N. K. S., Pinheiro, A. C., Vicente, A. A., Souza, R. B. de y Morais Junior, M. A. de (2025). Symbiotic honey beverages: A matrix which tells a story of survival and protection of human health from a gastronomic and industrial perspective. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 40, 101183. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101183>
- Pointke, M. y Albrecht, E. H. (2022). Comparative Analysis of Plant-Based Milk Alternatives Part 1: Composition, Sensory, and Nutritional Value. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su14137996>
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V. y Soccol, C. R. (2015). Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1177. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177>
- Quino, M. L. y Alvarado, J. A. (2017). Antioxidant capacity, total content in phenols of bee honey harvested in different regions of Bolivia, 34. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602017000300001&lng=es
- Rabelo - Florez, Roger Alberto y Gutiérrez de Piñeres Ramírez, Gloria Isabel (2022). Mini-revisión Bibliográfica de la elaboración de Kéfir y alimentos fermentados a partir de granos de Kéfir Bibliographic review of the elaboration of kefir and new food products from kefir inoculums. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15539.71203>
- Ramírez Araujo, H. (2015). *Elaboración de queso tipo de bola mediante la incorporación de suero lácteo fermentado como cultivo iniciador*. Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/5241>
- Rosa, D. D., Dias, M. M. S., Grzeškowiak, Ł. M., Reis, S. A., Conceição, L. L. y Peluzio, M. d. C. G. (2017). Milk kefir: Nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 82–96. <https://doi.org/10.1017/S0954422416000275>
- Santos, D. C. d., Oliveira Filho, J. G. de, Santana, A. C. A., Freitas, B. S. M. de, Silva, F. G., Takeuchi, K. P. y Egea, M. B. (2019). Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory and technological characteristics. *LWT*, 104, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.030>
- Sethi, S., Tyagi, S. K. y Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Severiano Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *INTERdisciplina*, 7(19), 47. <http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Sun, T., Jiang, H., Yang, K., Li, X., Wang, S., Yao, H., Wang, R., Li, S., Gu, Y [Yian], Lei, P., Xu, H. y Sun, D. (2022). Nutritional Function and Flavor Evaluation of a New Soybean Beverage Based on

- Naematelia aurantialba Fermentation. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030272>
- Tuorila, H. y Hartmann, C. (2020). Consumer responses to novel and unfamiliar foods. *Current Opinion in Food Science*, 33, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.09.004>
- Ustaoglu-Gençgönül, M., Gökırmaklı, Ç., Üçgül, B., Karagül-Yüceer, Y. y Guzel-Seydim, Z. B. (2024). Chemical, microbial, and volatile compounds of water kefir beverages made from chickpea, almond, and rice extracts. *European Food Research and Technology*, 250(8), 2233–2244. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04533-9>
- Vailati, P. A., Fuentes Cuiñas, A. A. y Gomis, J. (2022). Bebidas vegetales: percepción de consumidores y no consumidores de lácteos. *Redmarka. Revista De Marketing Aplicado*, 26(1), 62–75. <https://doi.org/10.17979/redma.2022.26.1.8857>
- Vantage Market Research. (2022). *Plant Based Food Market Size to Grow by USD 78.95 Billion: Revenue Forecast, Company Ranking, Competitive Landscape, Growth Factors, And Trends*. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/04/20/2425380/0/en/PlantBased-Food-Market-Size-to-Grow-by-USD-78-95-Billion-Revenue-Forecast-CompanyRanking-Competitive-Landscape-Growth-Factors-And-Trends-Vantage-MarketResearch.html>
- Viana Villa, I. C. (2023). *Contribución de los componentes funcionales del kéfir a la mejora de la salud humana: avances en la investigación y perspectivas futuras*. Unilasallista Corporación Universitaria, Caldas-Antioquia. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/e98ff16a-c62d-4b8b-84ea-6a41ddf3bd9d/content>
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Zaldivar-Cruz, J. M., Kuri, V., Fernández-López, J., Carbonell-Barrachina, Á. A. y Pérez-Álvarez, J. (2010). Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(6), 1111–1118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02243.x>
- Walstra, P [P.], Walstra, P [Pieter], Wouters, J. T. M. y Geurts, T. J. (2005). Dairy Science and Technology. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.1201/9781420028010>
- Yang, X., Feng, J., Zhu, Q., Hong, R. y Li, L. (2021). A Relation between Exopolysaccharide from Lactic Acid Bacteria and Properties of Fermentation Induced Soybean Protein Gels. *Polymers*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/polym14010090>
- Zeng, Y., Chen, E., Zhang, X., Li, D., Wang, Q. y Sun, Y. (2022). Nutritional Value and Physicochemical Characteristics of Alternative Protein for Meat and Dairy-A Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/foods11213326>
- Zong, L., Lu, M., Wang, W., Wa, Y., Qu, H., Chen, D., Liu, Y., Qian, Y., Ji, Q. y Gu, R. (2022). The Quality and Flavor Changes of Different Soymilk and Milk Mixtures Fermented Products during Storage. *Fermentation*, 8(12), 668. <https://doi.org/10.3390/fermentation8120668>

Anexos

Anexo A

Norma del Codex para Leches Fermentadas CODEX STAN 243-2003.

Los gránulos de kefir contienen tanto levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) como levaduras no fermentadoras de lactosa (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*).

Composición	
Proteína de leche (% w/w)	mín. 2.8
Grasa de leche (%m/m)	< 10
Acidez titulable, expresado como % de ácido láctico (% m/m)	mín. 0.6
Etanol (% vol./w)	no indicado
Suma de microorganismos específicos que constituyen el cultivo iniciador (ufc/g, en total)	mín. 10 ⁷
*Levaduras (ufc / g)	mín. 10 ⁴

Anexo B

Tabla de Basker y Kramer.

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo C

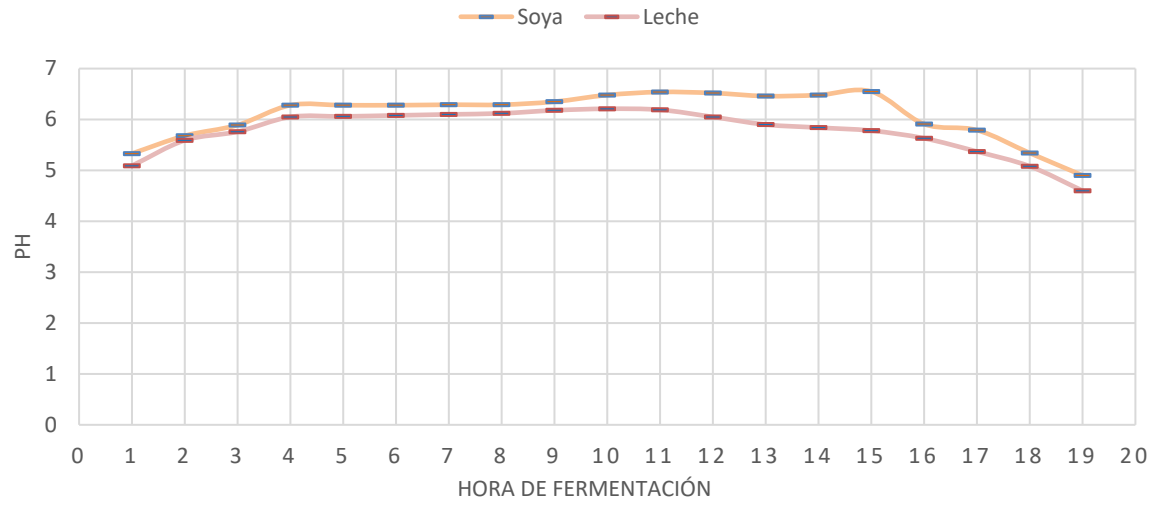
Tabla de tests pareados.

TABLA A

Significación para Tests Pareados ($p = 1/2$)

Número de juicios (juices x set)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias (una cola)			Mínimo de juicios correctos para establecer preferencias (dos colas)		
	Nivel de Probabilidad					
	.05	.01	.001	.05	.01	.001
7	7	7	-	7	-	-
8	7	8	-	8	8	-
9	8	9	-	8	9	-
10	9	10	10	9	10	-
11	9	10	11	10	11	11
12	10	11	12	10	11	12
13	10	12	13	11	12	13
14	11	12	13	12	13	14
15	12	13	14	12	13	14
16	12	14	15	13	14	15
17	13	14	16	13	15	16
18	13	15	16	14	16	17
19	14	15	17	15	16	17
20	15	16	18	15	17	18
21	15	17	18	16	17	19
22	16	17	19	17	18	19
23	16	18	20	17	18	20
24	17	19	20	18	19	21
25	18	19	21	18	20	21
30	20	21	24	21	23	25
35	23	25	27	24	26	28
40	26	28	31	27	29	31
45	29	31	34	30	32	34
50	32	34	37	33	35	37
60	37	40	43	38	41	44
70	43	46	49	44	47	50
80	49	51	55	50	52	55
90	54	57	61	56	58	61
100	59	63	68	61	64	67

La Tabla A es una adaptación de las Tablas de E. B. Rössler, G. A. Baker y M. A. Amerine. Food Research 21, 117 - 121 (1956)

Anexo D*Curva de pH.*

Anexo E

Subgrupo de alimento: leches fermentadas, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.

1.10. Subgrupo del alimento: leches fermentadas, sus mezclas de producto lácteo con aceite o grasa vegetal comestible y similares.

Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite permitido
<i>Escherichia coli.</i>	N/A	B	<10 UFC/g

Fuente: RTCA 67.04.50:17

Anexo F

Cuadro de correlación Fase I.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 300						
Prob > r suponiendo H0: Rho=0						
	Apar	Col	Olor	Acidez	Consis	Ag
Apar	1	0.79484 <.0001	0.38487 <.0001	0.33926 <.0001	0.52086 <.0001	0.55473 <.0001
Col	0.79484 <.0001	1	0.40286 <.0001	0.34186 <.0001	0.51391 <.0001	0.60993 <.0001
Olor	0.38487 <.0001	0.40286 <.0001	1	0.38703 <.0001	0.36586 <.0001	0.50241 <.0001
Acidez	0.33926 <.0001	0.34186 <.0001	0.38703 <.0001	1	0.56931 <.0001	0.72334 <.0001
Consis	0.52086 <.0001	0.51391 <.0001	0.36586 <.0001	0.56931 <.0001	1	0.72725 <.0001
Ag	0.55473 <.0001	0.60993 <.0001	0.50241 <.0001	0.72334 <.0001	0.72725 <.0001	1

Anexo G

Cuadro de Correlación Fase II.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 4								
Prob > r suponiendo H0: Rho=0								
	PH	Ac	Brix	Prot	Fru	Glu	Gal	Vis
PH	1	-0.90723	0.93766	-0.86018	-0.1453	-0.35289	-0.63304	-0.89891
		0.0928	0.0623	0.1398	0.8547	0.6471	0.367	0.1011
Ac	-0.90723	1	-0.99637	0.99198	0.31581	0.63132	0.56959	0.89057
	0.0928		0.0036	0.008	0.6842	0.3687	0.4304	0.1094
Brix	0.93766	-0.99637	1	-0.9832	-0.26229	-0.60355	-0.6119	-0.91615
	0.0623	0.0036		0.0168	0.7377	0.3965	0.3881	0.0838
Prot	-0.86018	0.99198	-0.9832	1	0.27055	0.72375	0.60383	0.89656
	0.1398	0.008	0.0168		0.7295	0.2762	0.3962	0.1034
Fru	-0.1453	0.31581	-0.26229	0.27055	1	-0.13359	-0.59985	-0.14646
	0.8547	0.6842	0.7377	0.7295		0.8664	0.4002	0.8535
Glu	-0.35289	0.63132	-0.60355	0.72375	-0.13359	1	0.65855	0.67846
	0.6471	0.3687	0.3965	0.2762	0.8664		0.3414	0.3215
Gal	-0.63304	0.56959	-0.6119	0.60383	-0.59985	0.65855	1	0.87678
	0.367	0.4304	0.3881	0.3962	0.4002	0.3414		0.1232
Vis	-0.89891	0.89057	-0.91615	0.89656	-0.14646	0.67846	0.87678	1
	0.1011	0.1094	0.0838	0.1034	0.8535	0.3215	0.1232	

Anexo H

Análogos de leche y leche de vaca.



Anexo I

Cultivo Iniciador y miel de abeja.

