

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**PRODUCCIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS Y COMPUESTOS  
ANTIBACTERIANOS EN DIFERENTES SUSTRATOS  
FERMENTADOS CON CEPAS Y/O GRÁNULOS DE KÉFIR:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Autoras:** Est. Diana Mirely Perez Flores  
Est. Mayra Esteysy Vasquez Alverca

**Asesores:** Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán  
Dr. Nelson Pérez Guerra

**JAÉN- PERÚ, MAYO, 2024**

NOMBRE DEL TRABAJO

**PRODUCCIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS Y  
COMPUESTOS ANTIBACTERIANOS EN  
DIFERENTES SUSTRATOS FERMENTADO  
S CON**

AUTOR

**Diana Mirely Perez Flores & Mayra Estey  
sy Vasquez Alverca**

RECuento DE PALABRAS

**15767 Words**

RECuento DE CARACTERES

**81225 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**62 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1016.5KB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 19, 2024 8:32 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 19, 2024 8:33 AM GMT-5**

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Coordinador de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2019-SUNEDU/CD

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 28 de Junio del año 2024, siendo las 4:24 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos

Secretario: Mg. Jorge Eugenio Cabrejos Barriga

Vocal: Mg Juan de Dios Mendoza Seclen, para evaluar la Sustentación de:

- ( ) Trabajo de Investigación  
(  ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "PRODUCCION DE EXOPOLISACÁRIDOS Y COMPUESTOS ANTIBACTERIANOS EN DIFERENTES SUSTRATOS FERMENTADOS CON CEPAS Y /o GRÁNULOS DE KÉFIR" REVISIÓN SISTEMÁTICA.

presentado por las Bach. DIANA MIRELY PEREZ FLORES Y MAYRA ESTEYSY VASQUEZ ALVERCA de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (  ) Aprobar ( ) Desaprobar (  ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

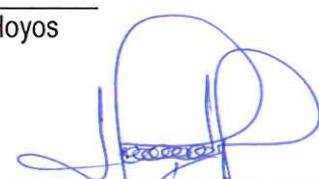
- |                |            |   |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )                                     |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )                                     |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )                                     |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )                                     |

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 28 de junio de 2024

  
Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos  
Presidente

  
Mg. Jorge Eugenio Cabrejos Barriga  
Secretario

  
Mg Juan de Dios Mendoza Seclen  
Vocal

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Tipos de kéfir .....	5
1.2. Exopolisacáridos .....	7
1.3. Compuestos antibacterianos .....	8
1.4. Revisión sistemática (RS) .....	9
1.5. Metodología Prisma .....	10
II. OBJETIVOS .....	12
2.1. Objetivo General .....	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1. Población y muestra .....	13
3.2. Métodos, técnicas, procedimiento e instrumentos de recolección de datos. ....	14
3.3. Análisis de datos.....	17
IV. RESULTADOS .....	19
4.1. Efecto de producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos presentes en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulo de kéfir.....	24
4.2. Análisis de Clústers Jerárquico .....	25
V. DISCUSIONES.....	30

5.1. Efecto de las bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir .....	30
5.2. Producción de exopolisacáridos .....	33
5.3. Producción de compuestos antibacterianos .....	34
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	39
AGRADECIMIENTO .....	44
DEDICATORIA... ..	44
ANEXOS.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Efectos del tipo de sustrato y entidad fermentativa en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos</i>	25
Tabla 2. <i>Grupos de cluster jerárquico</i>	26
Tabla 3. <i>Producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos en diferentes sustratos</i>	45
Tabla 4. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Kefirano</i>	53
Tabla 5. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Dextranos</i>	53
Tabla 6. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Ácido láctico</i>	54
Tabla 7. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Ácido acético</i>	54
Tabla 8. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Ácido cítrico</i>	55
Tabla 9. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Etanol</i>	55
Tabla 10. <i>Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Glicerol</i>	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Gránulos de kéfir de leche</i>	6
Figura 2. <i>Gránulos de kéfir de agua</i>	7
Figura 3. <i>Diagrama de flujo de la revisión sistemática</i>	17
Figura 4. <i>Clasificación de Idiomas</i>	19
Figura 5. <i>Distribución de artículos por Base de datos</i>	20
Figura 6. <i>Distribución de artículos por años</i>	21
Figura 7. <i>Entidad fermentativa</i>	22
Figura 8. <i>Tipos de sustratos</i>	23
Figura 9. <i>Dendograma de la formación de grupos de clústers</i>	29

## RESUMEN

El kéfir es una bebida láctea fermentada con bioactividad multifuncional. Su elaboración se da mediante la inoculación con granos de kéfir en leche o en zumos de frutas y vegetales, esta bebida contiene una gran fuente de actividad biológica.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de las bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, mediante una revisión sistemática. Para acceder a la base de datos se emplearon las palabras clave: “kéfir AND exopolisacáridos”, “kéfir AND compuestos antibacterianos”, “bebidas kefiradas”. Teniendo en cuenta los artículos publicados en los años 2001 – 2023. Como resultado se obtuvieron 1287 artículos y 1 tesis doctoral publicados en 4 bases de datos, de los cuales se seleccionaron 32 artículos y 1 tesis doctoral. Se concluyó que la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos tuvieron diferencias significativas en cuanto al tipo de sustrato, mientras que para la entidad fermentativa solo hubo diferencias significativas para el kefirano y el ácido láctico, mediante el análisis de varianza (ANOVA). Mientras que el clúster jerárquico fue aplicable solo para compuestos antibacterianos debido a que presentaron mayor producción.

**Palabras clave:** “kéfir AND exopolisacáridos”, “kéfir AND compuestos antibacterianos”, “bebidas kefiradas”.

## **ABSTRACT**

Kefir is a fermented dairy drink with multifunctional bioactivity. Its preparation is done by inoculating kefir grains in milk or fruit and vegetable juices. This drink contains a great source of biological activity.

The objective of the present study was to determine the effect of beverages fermented in different substrates with kefir strains and/or granules on the production of exopolysaccharides and antibacterial compounds, through a systematic review. To access the database, the keywords were used: “kefir AND exopolysaccharides”, “kefir AND antibacterial compounds”, “kefir drinks”. Taking into account the articles published in the years 2021 – 2023. As a result, 1,287 articles and 1 doctoral thesis published in 4 databases were obtained, of which 32 articles and 1 doctoral thesis were selected. It was concluded that the production of exopolysaccharides and antibacterial compounds had significant differences in terms of the type of substrate, while for the fermentative entity there were only significant differences for kefirane and lactic acid, through analysis of variance (ANOVA). While the hierarchical cluster was applicable only for antibacterial compounds because it presented greater production.

**Keywords:** “kefir AND exopolysaccharides”, “kefir AND antibacterial compounds”, “kefir drinks”

## I. INTRODUCCIÓN

El kéfir es un producto lácteo fermentado, originario de las montañas del Cáucaso, (Tratnik et al., 2006). El kéfir es considerado como una bebida fermentada ligeramente ácida, se produce mediante la fermentación de la leche con gránulos de Kéfir y es ampliamente conocido por su excelente fuente de probióticos y su potencial efecto beneficioso para la salud.

El sabor característico del kéfir es una combinación de ácido láctico, etanol, dióxido de carbono y productos aromatizantes, como acetaldehído y acetoína, esto se debe a que es una leche fermentada que contiene cultivos de bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus kéfir*), especies de los géneros (*Leuconostoc* y *Lactococcus*) y bacterias del ácido acético del género (*Acetobacter*), con bajos niveles de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono.

Arslan (2014) afirma que los granos de kéfir son gránulos pequeños, duros, de forma irregular, de color blanco amarillento, cuyo diámetro varía de 3 a 35 mm, con apariencia de coliflores en miniatura, estos granos contienen bacterias del ácido láctico y diversas levaduras combinadas con caseína y azúcares complejos en una matriz de polisacáridos, el polisacárido principal es el kefirán, que comprende cantidades iguales de glucosa y galactosa.

Respecto a la composición microbiológica del kéfir, dependerá del origen de los gránulos, según procedan de Argentina, Bélgica, Brasil, Irlanda, Italia, Sudáfrica, Taiwán, Tíbet, Turquía o Rusia. En cualquier caso, las BAL (108 - 109 CFU -Unidades Formadoras de Colonias- por g) constituyen la población más importante de los granos de kéfir, junto con las levaduras (107 - 108 CFU/g) y las BAA (105 - 106 CFU/g), todas ellas conviviendo en una comunidad simbiótica. Dentro de las BAL se encuentran *Lactobacillus* (de especial trascendencia el *kefiranofaciens*), *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Tetragenococcus*,

*Oenococcus*, *Cryptococcus* y *Streptococcus*. Entre las BAA están *Acetobacter* y *Gluconobacter*. Entre las levaduras, *Kluyveromyces*, *Saccharomyces*, *Issatchenkia*, *Torulaspota*, *Candida*, *Pichia*, *Kazachstania*, *Dekkera*, *Geotrichum*, *Zygosaccharomyces* y *Naumovozyma* (Sebastian & Sánchez, 2020).

Sarkar (2007) menciona que un kéfir característico contiene entre 89 y 90 % de humedad, 0,2 % de lípidos, 3,0 % de proteínas, 6,0 % de azúcar, 0,7 % de cenizas y 1,0 % de ácido láctico y alcohol, además se considera que el kéfir contiene 1,98 g/l de dióxido de carbono y 0,48 % de alcohol.

Para la producción de kéfir, ha sido tradicional el uso de leche, sin embargo, en los últimos años se han realizado ensayos con otros sustratos (leches de soja, cacahuets, pulpas de cacao y nuez, suero de leche entero, etc.) para la producción de distintas bebidas kefiradas no lácteas, sugiriendo que otros sustratos de fermentación pueden ser utilizados para la producción potencial de una nueva bebida funcional (Bazán, 2020).

Corona et al. (2015) desarrollaron nuevas bebidas fermentadas no lácteas utilizando zumos vegetales como sustratos fermentables. Los jugos de zanahoria, hinojo, melón, cebolla, tomate y fresa fueron inoculados con un 4% v/v de gránulos de kéfir de agua liofilizados a 25° C por 48 h. (Bazán, 2020) fermentó zumo de kiwi sin centrifugar y centrifugado, zumo de uvas blancas, uvas tintas y leche entera UHT, fueron inoculados con gránulos de kéfir de leche, al 3 % p/v durante 24, 48,72 horas a 25°C en condiciones estáticas y a 150 rpm.

Por otra parte (Puerari et al., 2012) evaluaron el uso de los granos de kéfir como cultivo iniciador para nuevas bebidas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la cual fermento gránulos de

kéfir de agua en bebida elaborada a base de pasta de cacao a fermentación estática a 10°C y 25°C por un tiempo de 48 h y 72 h.

Diversos estudios demuestran que el kéfir tiene la capacidad para promover la salud a través de los péptidos bioactivos presentes en el, convirtiéndolo en un alimento que más allá del aporte nutricional de sus componentes, ha demostrado beneficiar una o más funciones fisiológicas del organismo, mejorando el estado de salud, bienestar y/o reducir el riesgo a padecer enfermedades.

## **1.1. Tipos de kéfir**

### **1.1.1. Kéfir de leche**

El kéfir de leche es una bebida que se obtiene fermentando diferentes tipos de leche: *entera*, descremada o semidescremada como sustrato, utilizando gránulos de kéfir como inóculo. El kéfir de leche es una bebida muy similar al yogurt, se diferencian por el proceso en el que ocurre la fermentación, el kéfir se fermenta a través de la reacción lacto-alcohólica; mientras que en el yogurt el proceso de transformación ocurre mediante el ácido láctico, donde solo se transforma la lactosa en ácido láctico (Villavicencio et al., 2017).

La doble fermentación láctica y alcohólica del kéfir, proporciona sus características organolépticas que la hacen diferente del yogurt. Los elementos alimenticios del kéfir no son muy diferentes a los de la leche, de la que se ha elaborado, siendo su calidad biológica superior, ya que sus nutrientes de la leche son más asimilables (Villavicencio et al., 2017).

Los gránulos de kéfir de leche son pequeños, duros, de forma irregular, de color blanco amarillento con apariencia de coliflores en miniatura.

## Figura 1

### *Gránulos de kéfir de leche*



*Nota:* Ahmed et al. (2013)

#### **1.1.2. Kéfir de agua**

El kéfir de agua es un producto fermentado refrescante con un ligero CO<sub>2</sub> y tiene un sabor ácido y ligeramente afrutado, se produce mediante la fermentación de una solución de azúcar con granos de kéfir de agua que contienen bacterias del ácido láctico como *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus nagelii* y levaduras como *S. cerevisiae* (Güzel et al., 2023). Con posibles beneficios para la salud, el kéfir de agua está ganando popularidad como alimento fermentado que utiliza sustratos no lácteos como verduras, frutas frescas/secas y leche de origen vegetal.

Li et al. (2023) Investigó los efectos de la fermentación con granos de kéfir de agua sobre la composición nutricional, el sabor y la estabilidad física de las semillas de cáñamo, y exploró su potencial como bebida probiótica a base de plantas. Después de la fermentación de

una suspensión de agua de semilla de cáñamo homogeneizada, las concentraciones de ácidos orgánicos (láctico, acético, tartárico, butírico, succínico y málico) aumentaron. Aumentó el contenido de componentes nutricionales, aminoácidos y ácidos grasos libres, así como el número (de 16 a 21) y las concentraciones de compuestos aromáticos, como alcoholes, ácidos y ésteres.

Los gránulos del kéfir de agua son bolitas pequeñas, ligeramente transparentes translucidas y separadas unas de otras.

## **Figura 2**

*Gránulos de kéfir de agua*



Nota: Facefoodmag (2021)

### **1.2. Exopolisacáridos**

Los EPS son polímeros producidos por algunas bacterias del ácido láctico (LAB), suele producirse en la superficie celular o en el medio circundante como una sustancia mucosa (Ramchandran & Shah, 2009). Los EPS son considerados prebióticos, es decir, “ingredientes de los alimentos no digeribles que producen efectos benéficos sobre el huésped estimulando

selectivamente el crecimiento y/o actividad de un tipo o de un número limitado de bacterias en el colon” (Olivera, 2011).

En los granos de kéfir el primordial polisacárido es el kefirán, que es un exopolisacárido compuesto en proporciones iguales por glucosa y galactosa, como la lactosa, y está producido fundamentalmente por *Lactobacillus kefiranofaciens* y es el compuesto del kéfir al que se atribuyen la mayor parte de las propiedades. El kefirán, la fracción libre de células del kéfir, es el causante de la conexión entre los microorganismos de los granos de kéfir. Sus características incluyen viscosidad, solubilidad en agua y resistencia a la hidrólisis enzimática intestinal (Sebastian & Sánchez, 2020), la producción de kefirán está relacionada principalmente con la presencia de *Lactobacillus kefiranofaciens* y *Lactobacillus kefir* en los granos (Contreras et al., 2022).

### **1.3. Compuestos antibacterianos**

Tanto el kéfir, como las cepas relacionadas al kéfir han mostrado una multitud de actividades antibacterianas y antifúngicas. Se menciona que en diversas investigaciones la leche fermentada con kéfir ha sido probado mediante difusión por disco contra una amplia gama de especies de hongos y bacterias patógenas en la cual se ha hallado presencia de actividad antimicrobiana igual a la ampicilina, azitromicina, ceftriaxona, amoxicilina y ketoconazol contra muchas de estas especies (Cevikbas et al., 1994).

Además de los efectos antimicrobianos de la leche fermentada con kéfir en su conjunto, existen microorganismos específicos que producen actividad antimicrobiana, por ejemplo, algunas especies de *Lactobacillus* derivadas del kéfir como *Lact. acidophilus* y *Lact. kefiranofaciens* y algunas cepas de *S. thermophilus* han mostrado actividad antimicrobiana frente a una amplia gama de microorganismos patógenos en la que se incluyen *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella*

*enteritidis*, *Shigella flexneri*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Yersinia enterocolitica* (Santos et al., 2003).

Las bacterias comprendidas en los gránulos de kéfir, producen compuestos antimicrobianos los cuales incluyen ácidos orgánicos de cadena corta como el ácido láctico, ácido acético, y ácido propiónico, antibióticos, dióxido de carbono, peróxido de hidrógeno, estos inhiben la proliferación y el deterioro que causan los microorganismos patógenos que pudieran ingresar en la bebida kefirada, durante la fermentación las levaduras juegan un papel importante ya que producen etanol y dióxido de carbono, lo que provoca frescura y esponjosidad muy característico de las leches fermentadas. Además, durante la fermentación aumentan las vitaminas B1, B12, calcio, aminoácidos, ácido fólico y vitamina K (Chaux et al., 2014)

Por otra parte, (Rodríguez et al., 2017), menciona que ha sido demostrado que, durante la elaboración de alimentos fermentados, las BAL pueden ejercer actividad antagonista contra microorganismos patógenos y asociados al deterioro. La actividad antimicrobiana de las BAL radica en la generación de metabolitos que establecen factores tales como aumento de la acidez del medio, biogeneración rápida de ácidos orgánicos, bacteriocinas, péptidos antimicrobianos, peróxido de hidrógeno, kefirano, etanol y diacetilo, además de bajo potencial redox y disminución del contenido de nutrientes.

#### **1.4. Revisión sistemática (RS)**

Una revisión sistemática (RS), es un artículo de síntesis de la evidencia disponible, donde se realiza una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios, teniendo como objetivo resumir la información existente respecto de un tema en particular. Luego de recolectar los artículos de interés; los investigadores analizan, y comparan la evidencia que aportan con la de otros similares. Las razones que justifican la realización de una RS son: cuando existe incertidumbre en relación al efecto de una intervención debido a que

existe evidencia contrapuesta respecto de su real utilidad; cuando se desea conocer el tamaño del efecto de una intervención; y, cuando se desea analizar el comportamiento de una intervención en subgrupos de sujetos (Manterola et al., 2013).

Según (Rother, 2007) la revisión sistemática es una revisión en la que generalmente se planea para responder una pregunta específica, en ella se utiliza métodos explícitos y sistemáticos de tal modo que se pueda identificar, seleccionar y evaluar críticamente los estudios, por otra parte, permite recolectar y analizar los datos de los estudios incluidos en la revisión. Por ello los trabajos de revisión sistemática son considerados trabajos originales porque están elaborados con rigor metodológico.

En Brasil, la Colaboración Cochrane sugiere que la revisión sistemática se realice acorde con los siguientes pasos; formulación de la pregunta, localización de los estudios, evaluación crítica de los estudios, recolección de datos, análisis y presentación de los datos, interpretación de los datos, perfeccionamiento y actualización de la revisión (Rother, 2007).

### **1.5. Metodología Prisma**

La metodología o declarativa PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), consiste en una lista de comprobación de 27 ítems y un diagrama de flujo de cuatro fases, el objetivo de la declarativa Prisma es ayudar a los autores a mejorar la presentación de las revisiones sistemáticas y metaanálisis (Moher et al., 2014), por otro lado, también ayudará a los editores de estas revistas para mejorar el proceso de revisión de los manuscritos y el producto final que se publica (Urrútia & Bonfill, 2013). De modo que, realizar una revisión sistemática utilizando la declarativa Prisma ayudará a que la calidad y utilidad de las revisiones sistemáticas aumente, obteniendo el reconocimiento científico que merecen. Prisma, puede ser útil para la valoración crítica de revisiones sistemáticas publicadas, así como también, puede ser utilizada como base para la presentación de revisiones sistemáticas de otro tipo de investigaciones, particularmente evaluaciones de intervenciones.

Por lo tanto, en la presente investigación se estableció como objetivo determinar el efecto de las bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o granulo de kéfir en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, mediante una revisión sistemática. Para ello se plantearon las siguientes actividades (i) seleccionar estudios primarios publicados en base de datos científicos (Scopus, Google académico, ScienceDirect y repositorios de universidades nacionales e internacionales registrados en Alicia Concytec) de los años 2001-2023, utilizando la declarativa Prisma. (ii) Identificar y analizar el efecto de producción de exopolisacáridos (kefirano, dextranos, etc.) presentes en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o granulo de kéfir, empleando el análisis de varianza (ANOVA), publicados dentro de los años 2001-2023. (iii) Identificar y analizar el efecto de la producción de compuestos antibacterianos (bacteriocinas, ácidos orgánicos, etanol y glicerol) presentes en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o granulo de kéfir, empleando el análisis de varianza (ANOVA), publicados dentro de los años 2001-2023. (iv) Comparar las producciones de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos utilizando el análisis de *Clusters* Jerárquico (índice de distancia o distancia Euclídea).

## II. OBJETIVOS

### 2.1.Objetivo General

Determinar el efecto de las bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, mediante una revisión sistemática.

### 2.2.Objetivos específicos

- Seleccionar estudios primarios publicados en base de datos científicos (Scopus, Google académico, ScienceDirect y repositorios de universidades nacionales e internacionales registrados en Alicia Concytec) de los años 2001-2023, utilizando la declarativa Prisma.
- Identificar y analizar el efecto de producción de exopolisacáridos (kefirano, dextranos, etc.) presentes en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir, empleando el análisis de varianza (ANOVA), publicados dentro de los años 2001-2023.
- Identificar y analizar el efecto de la producción de compuestos antibacterianos (ácidos orgánicos, etanol y glicerol) presentes en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir, empleando el análisis de varianza (ANOVA), publicados dentro de los años 2001-2023.
- Comparar las producciones de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos utilizando el análisis de *Clusters* Jerárquico (índice de distancia o distancia Euclídea).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Población y muestra**

##### **3.1.1. Población**

Estuvo conformada por estudios primarios publicados en base de datos (Scopus, Google académico, ScienceDirect y repositorios de universidades nacionales e internacionales registrados en Alicia Concytec) que contenían la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos en bebidas fermentadas.

##### **3.1.2. Muestra**

Estuvo conformada por estudios primarios publicados en base de datos (Scopus, Google académico, ScienceDirect y repositorios de universidades nacionales e internacionales registrados en Alicia Concytec) que contenían la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir publicados dentro de los años 2001-2023.

##### **3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión**

- **Criterios de inclusión**
  - Artículos publicados en (Scopus, Google académico, ScienceDirect y Alicia Concytec).
  - Publicados entre los años 2001-2023.
  - Investigaciones primarias y experimentales.
  - Investigaciones que contenían las palabras claves (kéfir AND exopolisacáridos), (kéfir AND compuestos antibacterianos), bebidas kefiradas

- Investigaciones redactadas en idioma inglés o español
- **Criterios de exclusión**
  - Revisiones o Reviews que contenían las palabras claves de estudio.
  - Producción de bebidas kefiradas que no se determinaron exopolisacáridos y compuestos antibacterianos.
  - Investigaciones que no tenían claro la relación inoculo/sustrato y condiciones de fermentación.

### **3.2. Métodos, técnicas, procedimiento e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.2.1. Método e instrumentos de recopilación de datos**

Para este estudio el diseño de investigación que se empleó fue descriptiva, se utilizó la metodología o declarativa PRISMA la cual consiste en una búsqueda y recolección de información de artículos científicos y de revisión ordenada, de los cuales se consideraron criterios de inclusión y exclusión. Los artículos que se consideraron pertenecen a bases de datos confiables y presentan una correcta estructura y variables de estudio como los exopolisacáridos y compuestos antibacterianos en bebidas kefiradas (fermentadas con cepas y/o granulo de kéfir) publicados entre los años 2001 - 2023.

A fin de llevar a cabo la recolección de estudios, inicialmente se procedió a perpetuar una búsqueda en las distintas bases de datos científicas como Google académico, Scopus, ScienceDirect y Alicia Concytec, recolectando un total de 1288 artículos científicos experimentales, de los cuales fueron seleccionados 32 artículos y 1 tesis doctoral. El tiempo empleado para realizar la búsqueda en todas las bases de datos fue desde el 16 de junio del 2023 al 27 de agosto del 2023.

### 3.2.2. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica de recolección de datos, basado en el análisis de contenido o análisis documental, técnica utilizada para obtener datos de fuentes primarias bibliográficas como artículos científicos.

Como instrumentos de recolección de datos se empleó una guía de análisis de contenidos tomando en cuenta las condiciones de fermentación, la relación inóculo/sustrato, la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos de bebidas kefiradas. Posteriormente en una tabla de Excel se procedió a registrar la información de cada artículo que cumplía con los criterios de inclusión y exclusión, los datos registrados fueron (Título del artículo, Autor, sustrato, condiciones de fermentación, la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos de bebidas kefiradas, Año y Base de datos).

### 3.2.3. Procedimiento

Para realizar esta investigación se utilizaron operadores booleanos con las palabras claves “Kéfir AND exopolisacáridos”, “Kéfir AND compuestos antibacterianos”, “Bebidas kefiradas”, también se creó una fórmula con las palabras claves en inglés para facilitar el filtrado de información, la fórmula que se empleo es la siguiente (Kéfir AND exopolysaccharides OR Antibacterial Compounds OR drinks). La revisión sistemática se realizó de acuerdo a las siguientes etapas.

**Identificación de artículos primarios:** Se procedió a perpetuar una búsqueda en las distintas bases de datos científicas como Google académico, Scopus, ScienceDirect, Alicia Concytec utilizando la siguiente formula kéfir AND exopolysaccharides OR Antibacterial Compounds OR kéfir drinks y kéfir AND exopolysaccharides + Antibacterial Compounds + drinks desde el año 2001 al 2023 recolectando un total de 1288 investigaciones científicas experimentales distribuidas de la siguiente manera (Google Académico 972, Scopus 170, ScienceDirect 120, Alicia Concytec 26).

**Selección de artículos por títulos:** En esta etapa se consideró la revisión manual de los artículos encontrados en la primera etapa, se seleccionaron aquellos artículos que en el título contenían las palabras claves o al menos una de ellas. Al mismo tiempo se descartaron los artículos duplicados. Se recolectaron un total de 164 artículos y 1 tesis doctoral (Google académico 93, Scopus 39, ScienceDirect 26, Alicia Concytec 7).

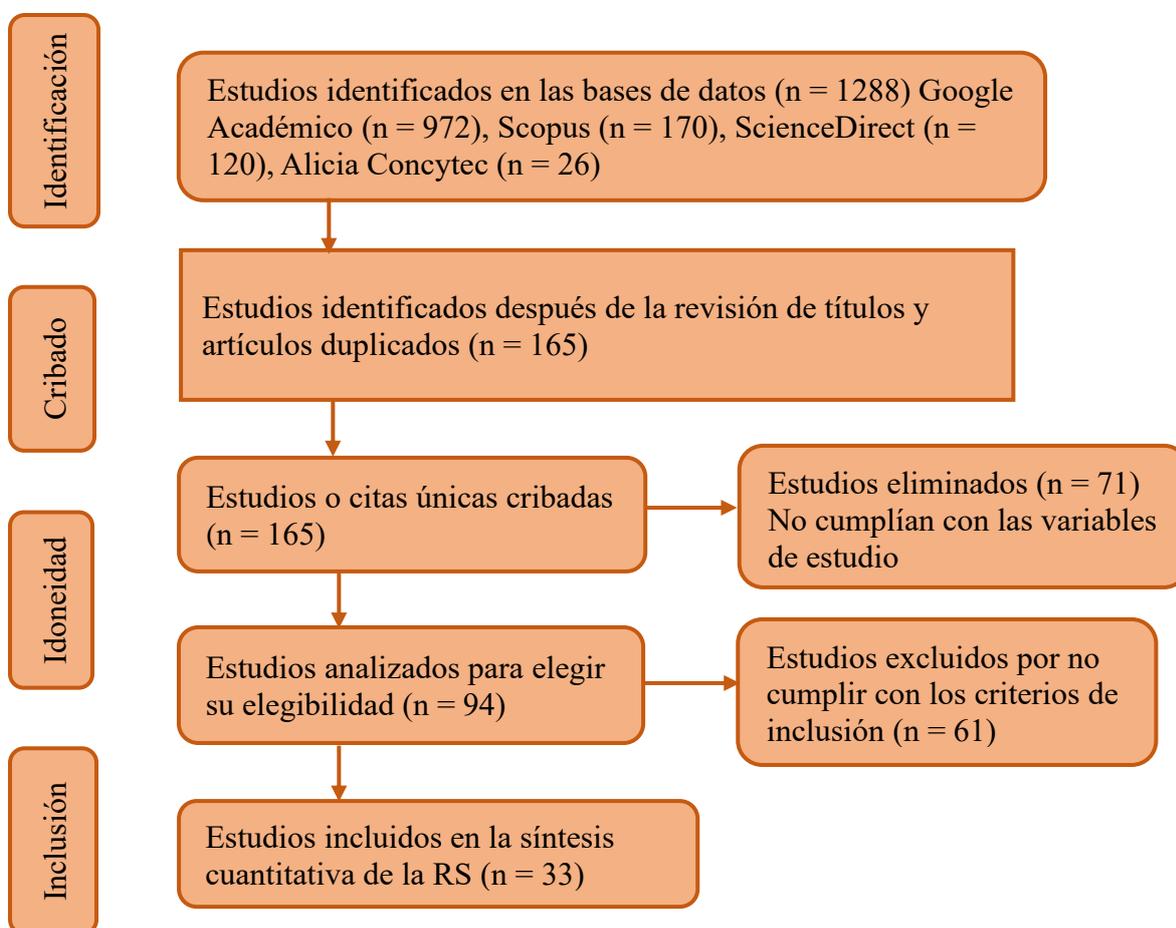
**Selección de artículos por resúmenes:** Se realizó la revisión manual de los 164 artículos y 1 tesis doctoral, mediante la lectura rápida del resumen para identificar si contenían las variables de estudio que se requieren en esta investigación; eliminando un total de 71 artículos.

**Selección de artículos por criterios de inclusión y exclusión:** Se procedió a revisar los 94 artículos tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión usando el método PRISMA el cual consiste en realizar un análisis sistemático a cada artículo, obteniéndose como resultado un total de 33 investigaciones distribuidos de la siguiente manera (32 artículos) y (1 tesis doctoral).

**Desarrollo del diagrama de flujo:** Por último, se realizó un diagrama de flujo detallando todos los procesos que se siguieron para realizar el PRISMA de esta revisión sistemática.

**Figura 3**

*Diagrama de flujo de la revisión sistemática*



Nota: Bazán, (2023)

### 3.3. Análisis de datos

Para determinar el efecto de los diferentes sustratos fermentados con cepas y/o gránulos de kéfir en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, se analizaron los datos estadísticamente y se utilizó el modelo lineal general univariante (MLGU) de análisis de la varianza (ANOVA) del programa estadístico SPSS *Statistic 23* para *Windows* versión 23. Todos los análisis se realizaron utilizando un nivel de significación (Sig.) del 5%.

Para comparar y determinar similitudes y diferencias entre las producciones de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos según el sustrato y la entidad fermentativa, se empleó el análisis de *clúster* Jerárquico (índice de distancia o distancia Euclídea). Método estadístico multivariante de clasificación automática de datos que permite mediante una matriz de casos-variables, trata de situar los casos en grupos homogéneos, conglomerados o *clústeres*, no conocidos de antemano, pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares sean asignados a un mismo *clúster*, mientras que los diferentes se localicen en *clústeres* distintos, la distancia euclídea se utilizó como la medida de distancia o índice de similitud y como método de agrupación se empleó el del vecino más cercano (similitud máxima: *single linkage*) (Costas et al., 2016)

Con este enfoque, se pudo determinar si las agrupaciones obtenidas según las producciones de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos son similares o diferentes, considerando el sustrato y entidad fermentativa de cada fermentado.

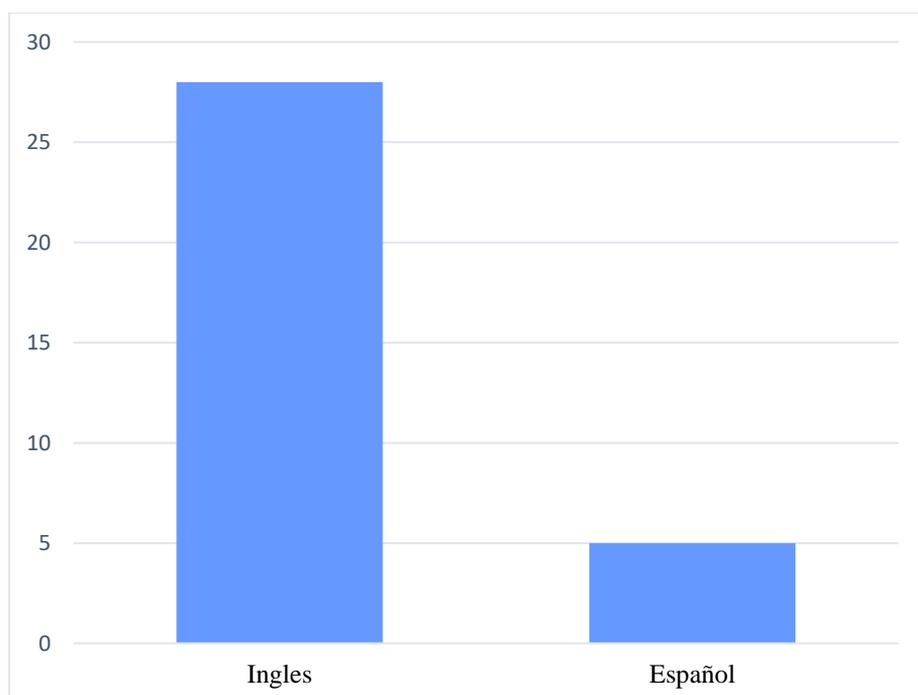
#### IV. RESULTADOS

Para esta revisión sistemática se obtuvo un total 1288 artículos incluyendo 1 tesis doctoral, de los cuales, solo 32 artículos y 1 tesis doctoral fueron elegidas debido a que, si cumplían con las variables de estudio y los criterios de inclusión mencionados para esta revisión, todos los artículos hallados fueron de naturaleza experimental. Los artículos recopilados se agruparon de acuerdo al tipo de sustrato, entidad fermentativa, tipo de fermentación, relación inóculo/sustrato, temperatura, tiempo, producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, año, bases de datos e idioma, publicados desde el año 2001-2023.

A continuación, se presenta el detalle de los resultados obtenidos:

**Figura 4**

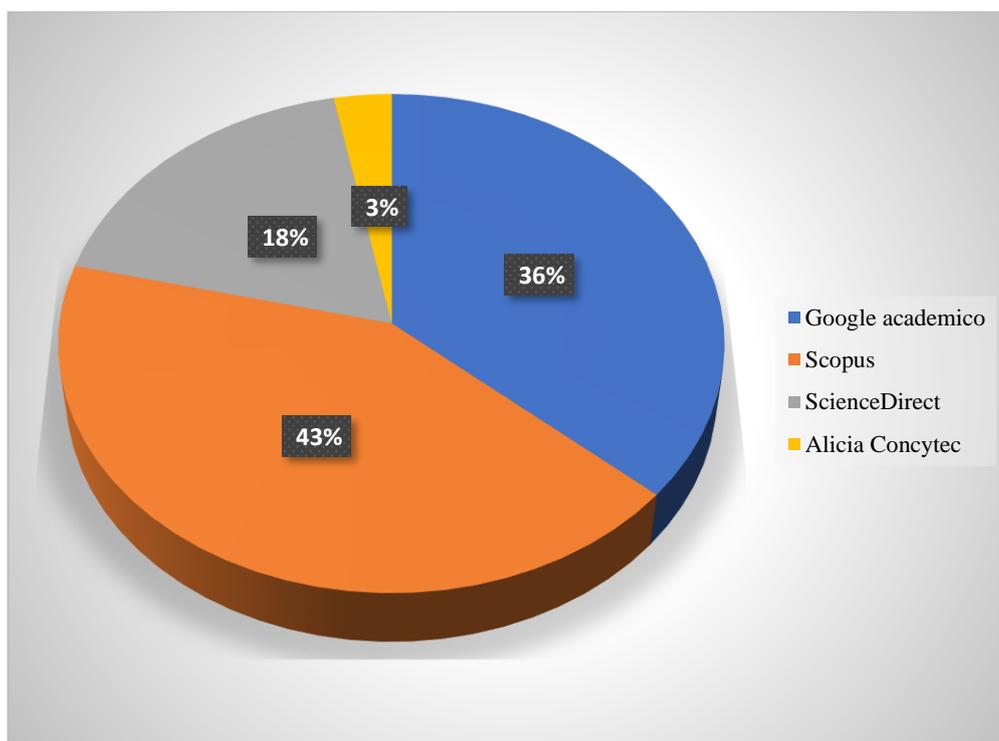
*Clasificación de Idiomas*



La figura 4 muestra en que idioma han sido encontrados los artículos recopilados para esta revisión, teniendo como resultado 28 artículos publicados en idioma inglés y 5 artículos publicados en idioma español, incluyendo 1 tesis doctoral.

### Figura 5

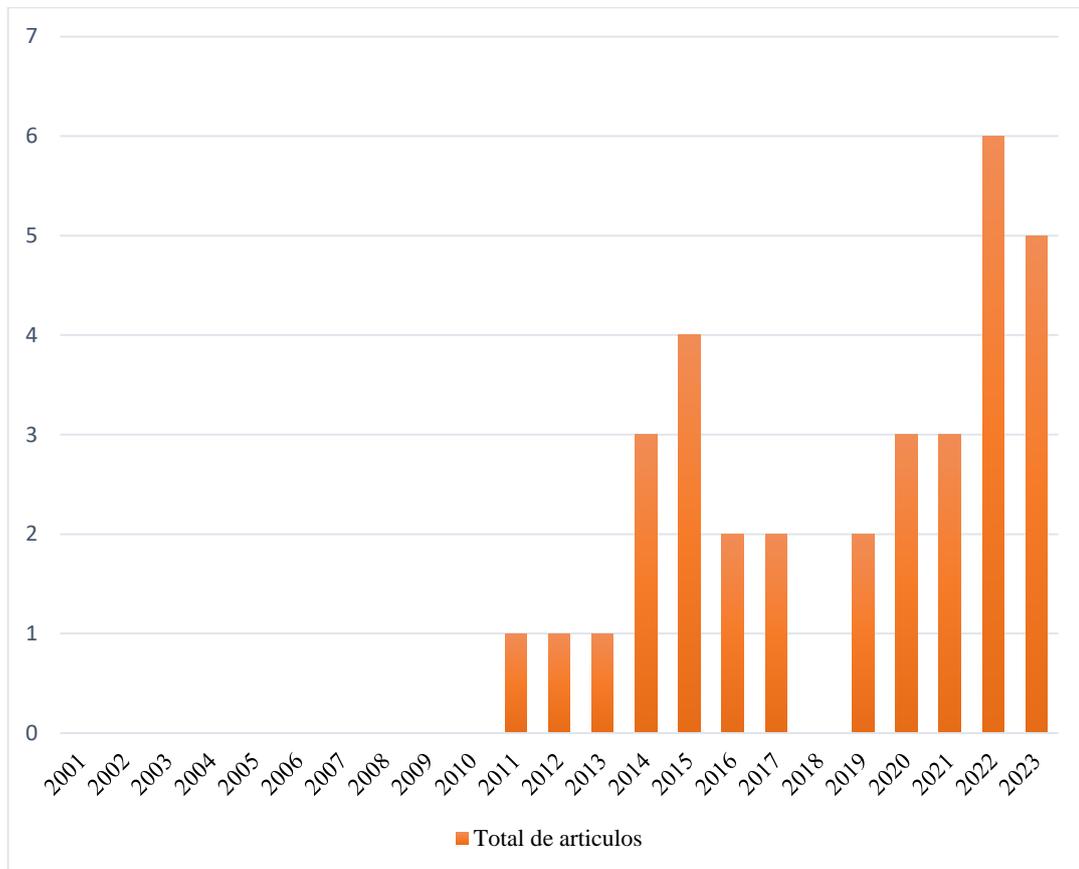
*Distribución de artículos por Base de datos*



La figura 5 representa el porcentaje de artículos obtenidos por base de datos, teniendo como resultado; Scopus 14 artículos equivalente al (43%), en seguida Google académico con 12 artículos (36%), continuando ScienceDirect con 6 artículos (18%) y por último Alicia Concytec con 1 artículo (3%). Estos resultados indican que la mejor base de datos en esta revisión fue Scopus ya que proporcionó la mayor cantidad de artículos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión para esta RS.

## Figura 6

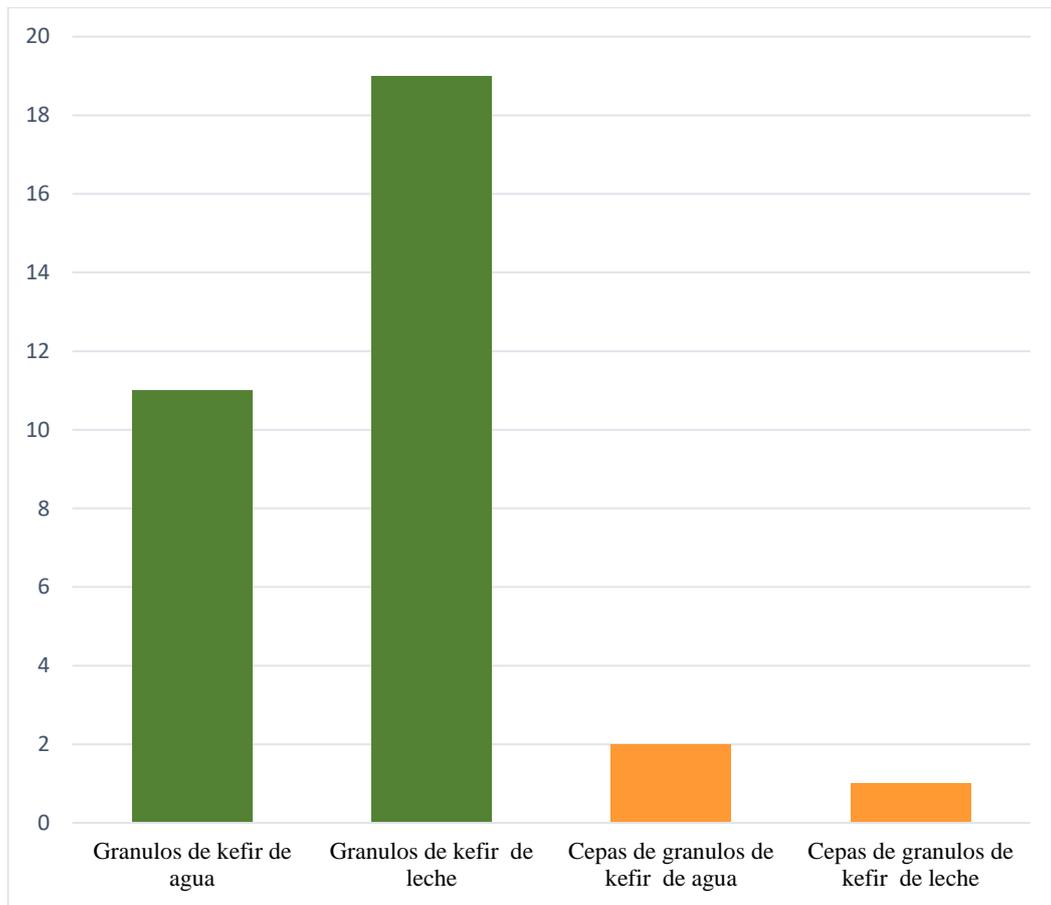
### *Distribución de artículos por años*



La figura 6 muestra la mayor cantidad de artículos publicados dentro de los años 2001-2023. Los datos obtenidos muestran que en los años 2022 y 2023 fueron en los que más se publicaron artículos relacionados con esta revisión, teniendo un total de 6 artículos para el año 2022 y 5 artículos para el año 2023, mientras que, en los años 2011, 2012 y 2013 fueron en los que menos se publicaron artículos en relación a esta revisión.

**Figura 7**

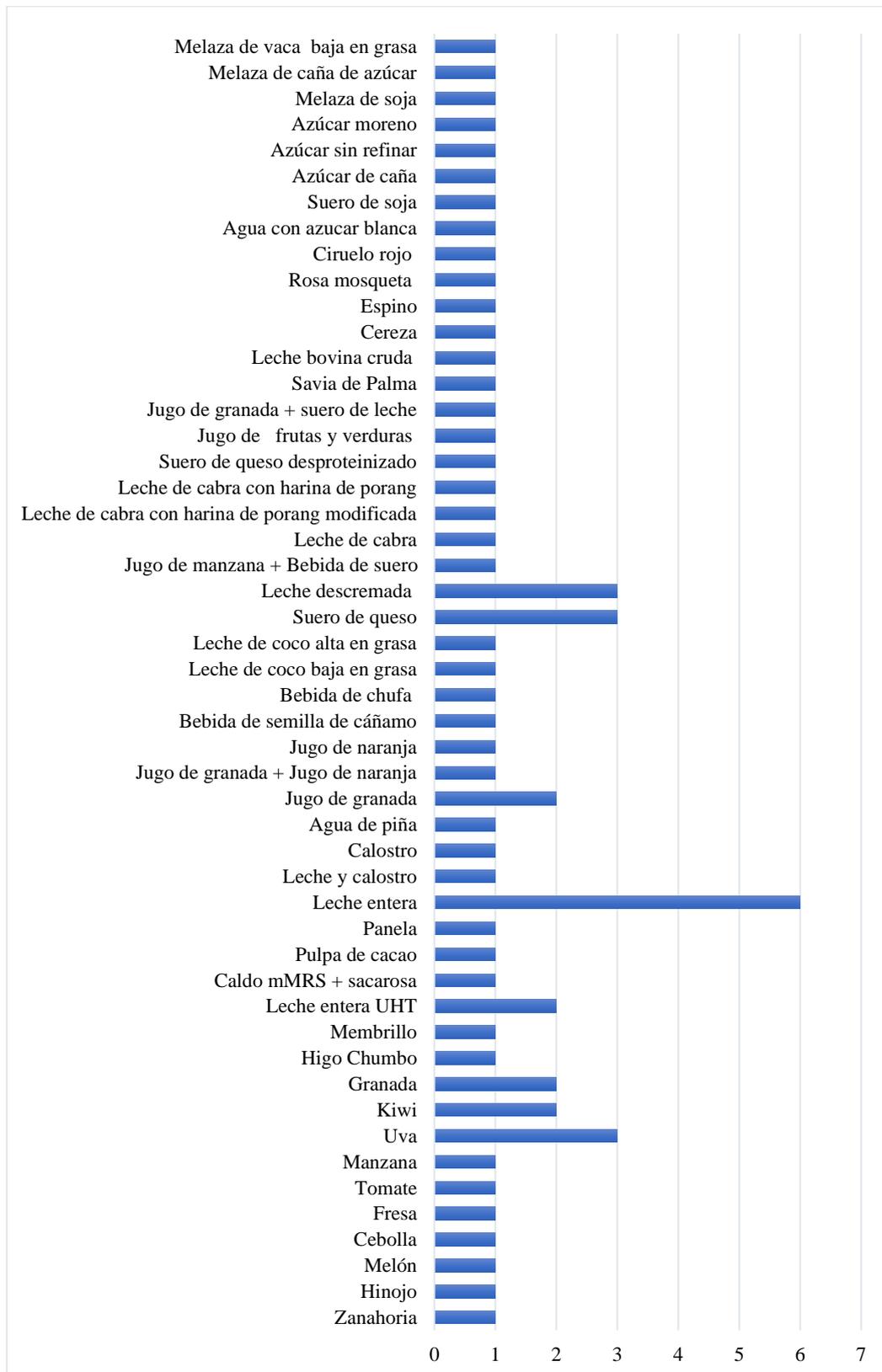
*Entidad fermentativa*



En la figura 7 se muestra las entidades fermentativas que se emplearon en las investigaciones recopiladas, los datos mencionan que la mayor entidad fermentativa utilizada fueron los gránulos de kéfir de leche con un total de 19 artículos, en seguida le siguen los gránulos de kéfir de agua con un total de 11 artículos, mientras que las cepas de gránulos de kéfir de leche fue la entidad fermentativa menos utilizada para las investigaciones de los artículos recopilados.

**Figura 8**

*Tipos de sustratos*



La figura 8 detalla los diferentes tipos de sustratos que han sido utilizados en los artículos recopilados, los datos obtenidos muestran que el sustrato más utilizado en los artículos, fue la leche entera con un total de 6 artículos, le sigue el sustrato de leche descremada, suero de queso y uva, con un total de 3 artículos para cada sustrato.

#### **4.1. Efecto de producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos presentes en bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulo de kéfir.**

El análisis estadístico de los efectos del tipo de sustrato y entidad fermentativa se desarrolló a través del Modelo lineal general univariado, obteniéndose en todos, modelos significativos y con valores de  $R^2$  altos.

En la Tabla 1 se muestra que con respecto a la variable independiente tipo de sustrato vemos que tiene efecto significativo sobre la producción Exopolisacáridos (kefirano y dextranos) y compuestos antibacterianos (ácido láctico, ácido acético, ácido cítrico, etanol y glicerol). Esto demuestra que la producción de estos compuestos depende del tipo de sustrato. Asimismo, podemos observar, que para la variable independiente entidad fermentativa, tiene como efecto significativo sobre la producción de kefirano y ácido láctico, mientras que, para dextranos, ácido acético, ácido cítrico, etanol y glicerol no tiene efecto significativo. Tenemos la evidencia estadística para afirmar que el kefirano y el ácido láctico dependen de la entidad fermentativa, esto se debe a que el kefirano es propio de la matriz de los gránulos de kéfir y el ácido láctico es producido por las BAL presentes también en los gránulos de kéfir.

**Tabla 1**

*Efectos del tipo de sustrato y entidad fermentativa en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos*

<b>Exopolisacáridos y compuestos antibacterianos</b>	<b>TIPO DE SUSTRATO</b>	<b>ENTIDAD FERMENTATIVA</b>
Kefirano	sig p<0.05	sig<0.05
Dextranos	sig p<0.05	<b>no sig p&gt;0.05</b>
Ácido láctico	sig p<0.05	sig<0.05
Ácido acético	sig p<0.05	<b>no sig p&gt;0.05</b>
Ácido cítrico	sig p<0.05	<b>no sig p&gt;0.05</b>
Etanol	sig p<0.05	<b>no sig p&gt;0.05</b>
Glicerol	sig p<0.05	<b>no sig p&gt;0.05</b>

#### **4.2. Análisis de Clústers Jerárquico**

Para analizar las semejanzas o diferencias entre las diferentes bebidas kefiradas se realizó la formación de grupos solo con aquellas bebidas en las que existe mayor producción de compuestos antibacterianos, esto debido a que se encontraban en gran mayoría en los artículos recopilados en la RS. En total la formación de grupos se realizó para 109 bebidas kefiradas.

En la Tabla 2 se muestra la conglomeración o formación ordenada de las distintas agrupaciones o clúster calculados a partir de la distancia euclídea.

**Tabla 2***Grupos de clúster jerárquico*

Caso	Cluster	Caso	Cluster	Caso	Cluster
1: 1	1	37: 40	1	73: 76	1
2: 2	2	38: 41	6	74: 78	1
3: 3	3	39: 42	6	75: 79	4
4: 4	1	40: 43	6	76: 80	4
5: 5	3	41: 44	6	77: 81	4
6: 6	4	42: 45	6	78: 82	1
7: 7	3	43: 46	6	79: 83	1
8: 8	5	44: 47	1	80: 84	1
9: 9	2	45: 48	1	81: 85	1
10: 10	5	46: 49	1	82: 86	1
11: 11	3	47: 50	1	83: 87	1
12: 12	5	48: 51	1	84: 88	1
13: 13	1	49: 52	1	85: 89	1
14: 14	1	50: 53	1	86: 90	1
15: 15	1	51: 54	1	87: 91	1
16: 16	1	52: 55	1	88: 92	1
17: 17	2	53: 56	1	89: 93	1
18: 18	2	54: 57	1	90: 94	1
19: 19	1	55: 58	1	91: 95	1
20: 20	2	56: 59	1	92: 96	1
21: 21	2	57: 60	1	93: 97	1
22: 22	6	58: 61	1	94: 98	6

23:	23	6	59:	62	1	95:	99	6
24:	24	6	60:	63	1	96:	100	6
25:	25	3	61:	64	1	97:	105	6
26:	29	2	62:	65	1	98:	106	4
27:	30	2	63:	66	6	99:	107	4
28:	31	5	64:	67	1	100:	108	1
29:	32	5	65:	68	1	101:	119	1
30:	33	1	66:	69	1	102:	120	1
31:	34	1	67:	70	1	103:	121	1
32:	35	1	68:	71	1	104:	122	1
33:	36	1	69:	72	1	105:	123	7
34:	37	1	70:	73	1	106:	124	7
35:	38	1	71:	74	1	107:	125	1
36:	39	1	72:	75	1	108:	126	1
						109:	127	1

---

En la Figura 9 se aprecia la formación de grupos, estos están conformados de la siguiente manera:

El grupo 1 lo conformaron 69 bebidas, entre ellas bebidas lácteas, zumos y jugos de frutas y vegetales, fermentados con gránulos de kéfir (leche, agua) en los que se presentó la menor producción de compuestos antibacterianos.

El grupo 2 lo conformaron 8 bebidas, 2 a base pulpa de cacao y 6 a base de zumos de vegetales y frutas (1 de hinojo, 1 de kiwi, 2 de uvas blancas, 2 de uvas tintas) fermentadas por 48 h y 72 h con gránulos de kéfir de agua y gránulos de kéfir de leche.

El grupo 3 lo conformaron 5 bebidas de zumos de frutas (melón, fresa, manzana, higo chumbo, uvas tintas) fermentadas por 48 h con gránulos de kéfir de agua.

El grupo 4 lo conformaron 6 bebidas, 3 de ellas por zumos de vegetales (1 de tomate, 2 de savia de palma) fermentados por 48 h con gránulos de kéfir de agua y 3 bebidas lácteas (leche entera, suero de queso, suero de queso desproteínizado) desarrolladas a 72 h con gránulos de kéfir de leche.

El grupo 5 lo conformaron 5 bebidas, 3 de ellas por zumos de frutas (uva, granada, membrillo) fermentadas por 48 h y 2 bebidas elaboradas a base de pulpa de cacao fermentadas a 48h y 72 h, resaltar que todas las bebidas fueron elaboradas con gránulos de kéfir de agua. Es aquí donde se obtuvieron las mejores producciones de compuestos antibacterianos principalmente en zumo de granada empleando gránulos de kéfir de agua.

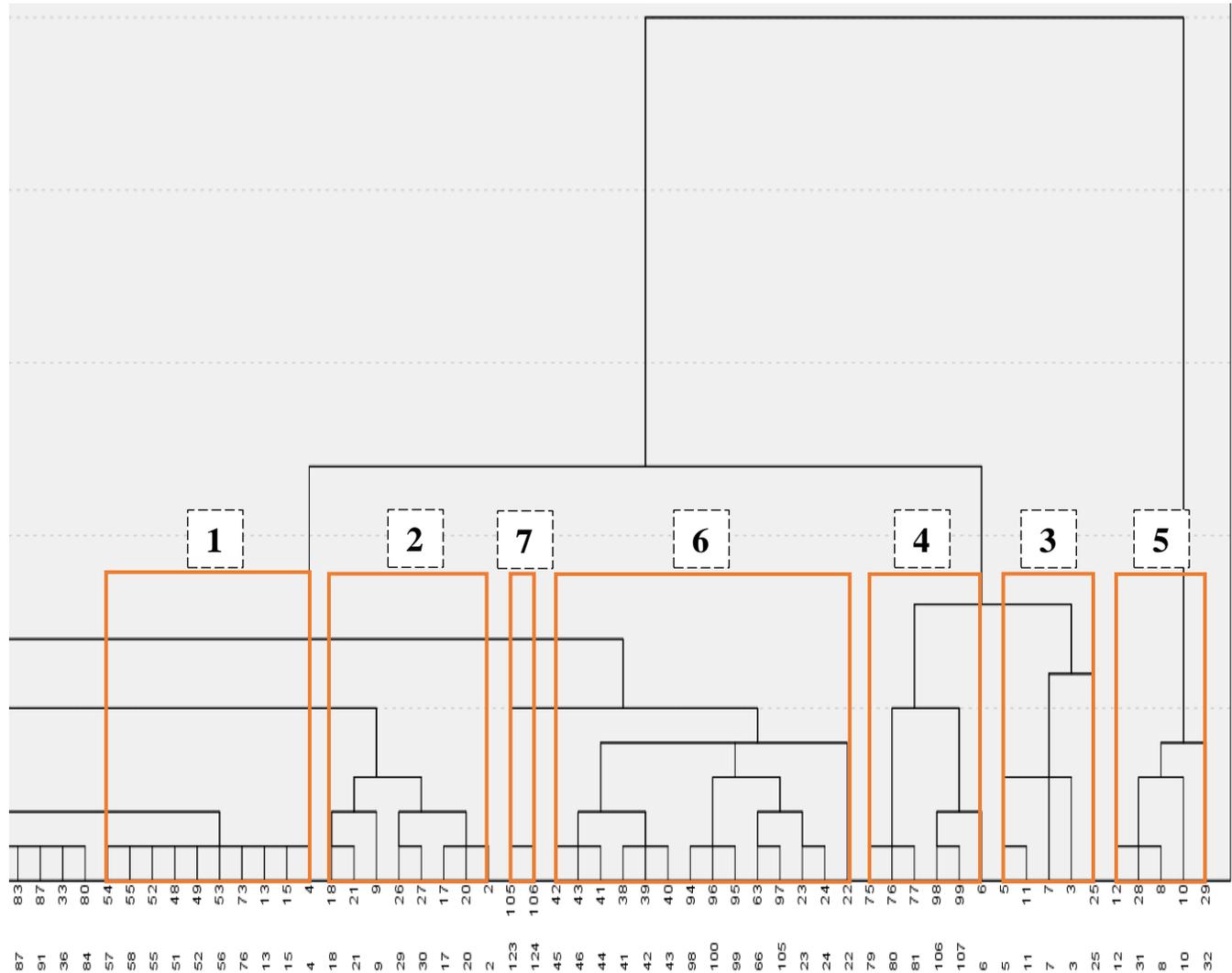
El grupo 6 lo conformaron 14 bebidas lácteas (leche entera, leche entera UHT, leche descremada, mezcla de leche y calostro, calostro) la mayoría de bebidas fueron fermentadas por un tiempo de 24 h empleando cepas y gránulos de kéfir de leche.

En el grupo 7 lo conformaron 2 bebidas (Leche UHT) fermentadas con gránulos de kéfir de leche por 24 h y 48 h. En este grupo obtuvieron mejores resultados de producción de compuestos antibacterianos empleando gránulos de kéfir de leche.

**Figura 9**

*Dendograma de la formación de grupos de clústers*

- Grupo 1:** Leches  
Zumos y jugos de frutas y vegetales
- Grupo 2:** Hinojo  
Kiwi  
Uvas  
Pulpa de cacao
- Grupo 3:** Melón  
Fresa  
Manzana  
Higo chumbo  
Uvas
- Grupo 4:** Savia de palma  
Tomate  
Leche entera  
Suero de queso
- Grupo 5:** Uva  
Granada  
Membrillo  
Pulpa de cacao
- Grupo 6:** Leche descremada  
Leche entera  
Leche UHT  
Mezcla de leche y calostro  
Calostro
- Grupo 7:** Leche UHT



## **V. DISCUSIONES**

La presente Revisión Sistemática tuvo como objetivo determinar el efecto de las bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir en la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, mediante la revisión se obtuvieron artículos en lo que se utilizaron diferentes sustratos fermentados con diferentes entidades fermentativas, en este caso los gránulos de kéfir de agua y leche, las cepas aisladas del kéfir de agua y leche. Además, se evidenciaron las fuentes de donde se recopilaron los artículos seleccionados para esta revisión.

### **5.1. Efecto de las bebidas fermentadas en diferentes sustratos con cepas y/o gránulos de kéfir**

En la presente revisión sistemática se identificó el tipo de sustrato, entidad fermentativa ya sea cepas y/o gránulos de kéfir, tipo de fermentación, relación inóculo/sustrato, temperatura y tiempo.

Gökırmaklı et al. (2023) en su investigación fermentaron agua con azúcar blanca y agua con higos secos, mientras que Tu et al. (2019) fermentaron suero de soja, ambos realizaron la fermentación estáticamente utilizando gránulos de kéfir de agua a una inoculación del 5% p/v, durante 24, 48 y 72 horas a 25°C; a diferencia de (Setyawardani et al., 2020) que fermentaron estáticamente mezcla de leche y calostro en diferentes concentraciones, la inoculación se llevó a cabo con gránulos de kéfir de leche a 5% p/v durante 24 horas a 28°C.

Sabokbar & Khodaiyan. (2014) fermentaron estáticamente jugo de granada más suero de leche con gránulos de kéfir de leche, inoculando a 5 y 8% p/v, durante 32 horas a 19 y 25°C, mientras que (Sabokbar et al., 2015) fermentaron estáticamente concentrado de jugo de

manzana más suero de leche con gránulos de kéfir de leche, inoculando a 2, 5 y 8 % p/v durante 48 horas a 20, 25 y 30°C obteniéndose diferentes producciones.

Mantzourani et al. (2022) fermentaron estáticamente jugo de granada, inoculando a 1g/100ml, con cepas de gránulos de kéfir de agua como entidad fermentativa a 30°C por un periodo de 24 horas; a diferencia de (Bengoa et al., 2023) que fermentaron estáticamente leche descremada con cepas de gránulos de kéfir de leche como entidad fermentativa a una inoculación 5% v/v a 20, 30 y 37°C por un periodo de 24 horas.

Corona et al. (2015) en su investigación trabajaron con zumo de vegetales, mientras que (Randazzo et al., 2016) en su investigación trabajaron con zumo de frutas, en ambas investigaciones fermentaron estáticamente estos sustratos con gránulos de kéfir de agua, inoculando a 4% v/v, a una temperatura de 25°C por un periodo de 48 horas, mientras que (Zongo et al., 2020) fermentaron estáticamente savia de palma como sustrato, con dos tipos de gránulos de kéfir: gránulos de kéfir de agua y gránulos de kéfir de leche, inoculando a 4% p/v a una temperatura de 22°C por un periodo de 48 horas.

Gulcin (2022) fermentó estáticamente bebidas de chufa de dos variedades: amarilla y marrón con gránulos de kéfir de agua, inoculando a 2% v/w a una temperatura de 25°C por un periodo de 24 horas, por otra parte (Li et al., 2023) fermentaron también estáticamente, bebida de semillas de cáñamo con gránulos de kéfir de agua, inoculando a 3% p/p a temperaturas de 28 y 4 °C por un periodo de 24 horas.

Bazán (2020) en su investigación fermentó en condiciones estáticas zumo de kiwi sin centrifugar, zumo de uvas blancas, zumo de uvas tintas y leche entera UHT con gránulos de kéfir de leche, inoculando a 3% p/v a una temperatura de 25°C por 24, 48 y 72 horas, (Majak et al., 2022) fermentaron leche UHT con gránulos de kéfir de leche de manera estática inoculando a 20g/200 ml a 25 °C por 24 y 48 horas, mientras que (Paredes et al., 2022) fermentó en condiciones estáticas jugo de frutas y verduras con gránulos de kéfir de leche

inoculando a 1, 2, 3 y 4% p/v a 26°C por 12, 24 y 48 horas, a diferencia de (Pedraza, 2015) que fermentó zumo de uvas tintas con gránulos de kéfir de leche en condición agitada, inoculando a 2.5/ 50 ml a 20°C por un periodo de 24 horas.

Caro & León. (2014) fermentaron panela con gránulos de kéfir de agua a 25, 30 y 37°C por periodos de 2.5, 3.5, 8, 9, 11.5 y 32.5 horas, (Ozcelik et al.,2021) fermentaron cereza, espino, rosa mosqueta, granada y ciruelo rojo con gránulos de kéfir de agua a 4°C por 24 horas, ambas fermentaciones se dieron en condiciones estáticas a 10 m/v y 5 p/p respectivamente a diferencia de (De Oliveira et al., 2023) que fermentaron en condiciones agitada, azúcar de caña, azúcar sin refinar, azúcar moreno, melaza de soja, melaza de caña de azúcar, melaza de vaca baja en grasa, con gránulos de kéfir de agua a una inoculación de 5g/100ml a 27°C por 48 horas.

Prado et al. (2014) trabajaron con leche entera y leche descremada con gránulos de kéfir de leche, de manera estática, inoculando al 5% a una temperatura de 24°C por 28 horas, por otra parte (Ajam & Koohsari, 2021) fermentaron también leche entera y leche desnatada de manera estática y agitada, a una inoculación de 5g/50 ml a temperaturas de 25 y 37°C para cada sustrato y tipo de fermentación por un periodo de 120 horas, (Magalhaes et al., 2011) fermentaron también leche entera, suero de queso y suero de queso desproteínizado en condiciones estáticas a una inoculación de 12.55 g/250 ml a 25 y 26°C por un periodo de 72 horas, (Cejudo et al., 2019) fermentaron leche entera con gránulos de kéfir de leche en condición agitada, inocularon a 10g/L a 32°C por un periodo de 24 horas.

Encinas et al. (2023) utilizaron como sustrato suero de queso inoculado con gránulos de kéfir de leche a 3% p/v en condición agitada a una temperatura de 25°C por periodos de 8, 16, 24, 32 y 40 horas, a diferencia de (Bueno et al., 2021) que utilizaron suero de queso tipo rancho y (Magalhaes et al., 2011) que utilizaron leche entera, suero de queso y suero de queso desproteínizado, en ambas investigaciones fermentaron con gránulos de kéfir de leche en

condiciones estáticas, inoculando a 1.5g/ 100ml a 35°C y 12.5g/ 250ml a 25 y 26°C respectivamente, por un periodo de 72 horas.

## **5.2. Producción de exopolisacáridos**

Davidović et al. (2015) fermentaron en condiciones estáticas caldo RMS y sacarosa como sustrato con cepas de gránulos de kéfir de agua, indicando que se obtuvo mayor producción de dextranos con valores de 18,46 g/l a una temperatura de 30°C por 32 h. Con los datos encontrados en este artículo, cabe mencionar que tenemos evidencia estadística (Tabla 5) de anexos donde indica que la producción de dextranos depende del tipo de sustrato, más no, de la entidad fermentativa; esto se debe a que los dextranos mayormente se producen en medios enriquecidos con sacarosa.

Ajam & Koohsari (2021) fermentaron leche entera y leche descremada con gránulos de kéfir de leche, en condiciones agitadas, para la leche entera la mayor cantidad de kefirán se obtuvo a 37°C con un valor de 1.23 g/L y para la leche descremada la mayor producción fue de 1.48 g/L a 25°C. Mientras que (Sabokbar et al., 2015) en su investigación trabajaron con jugo de manzana más suero de leche con gránulos de kéfir de leche en condiciones estáticas, teniendo como resultado la mayor producción de kefirán de 0.00008 g/l a la temperatura de 20 °C. Según los resultados obtenidos en estos artículos, podemos notar que la mayor producción de kefirán se da en bebidas lácteas fermentadas con gránulos de kéfir de leche, esto se debe a que la producción de kefirán depende del tipo de sustrato y entidad fermentativa; tal como se evidencia en la (Tabla 4) de anexos, por otra parte podemos decir que (Sabokbar et al., 2015) en su investigación obtuvo una menor producción de kefirán debido que utilizó una bebida no láctea como sustrato.

Kök et al., (2013) en su investigación fermentaron leche de vaca con gránulos de kéfir de leche en condiciones estáticas con atmosfera modificada de 10% de CO<sub>2</sub>, los resultados indicaron que la mayor producción de kefirán fue de 0.00013 g/l. Por otra parte (Encinas et al.,

2023) trabajaron con suero de queso y gránulos de kéfir de leche, en condiciones agitadas, con aplicación de ultrasonido. Los resultados mostraron que la mayor producción de kefirán fue de 81.9 g/l a 25 °C a las 8 h y 32 h.

De Oliveira et al. (2023) en su investigación fermentaron diferentes sustratos como azúcar de caña, azúcar sin refinar, azúcar moreno, melaza de soja, melaza de caña de azúcar y melaza de vaca baja en grasa con gránulos de kéfir de agua. Los resultados mostraron que la bebida más óptima para la producción de kefirán fue la melaza de soja, produciendo un total de 4.65 g/l.

### **5.3. Producción de compuestos antibacterianos**

Corona et al. (2015) fermentaron zumo de vegetales como, zanahoria, hinojo, melón, cebolla, fresa y tomate, con gránulos de kéfir de agua, durante la fermentación observaron producción de compuestos antibacterianos. Los resultados mostraron que el sustrato de zanahoria presentó la mayor producción de ácidos orgánicos (láctico y cítrico) con 4.81 g/l y 10.23 g/l respectivamente, mientras que el sustrato de melón obtuvo la mayor producción de etanol con un valor de 25.60 g/l. Por otra parte (Randazzo et al., 2016) trabajaron con zumo de frutas como manzana, uva, kiwi, granada, higo chumbo y membrillo, también inocularon con gránulos de kéfir de agua, los resultados mostraron que el sustrato de kiwi presentó mayor producción de ácido cítrico con 12.81 g/l, mientras que la producción de ácido láctico fue baja, el sustrato de granada tuvo la mayor producción de etanol con 49.6 g/l. De los artículos mencionados se puede observar que la producción de ácido láctico en comparación con el ácido cítrico, fue baja. Esto se debe a que ambos autores fermentaron bebidas no lácteas con gránulos de kéfir de agua, de tal modo, se confirman los resultados estadísticos (Tabla 6) de anexos en el cual menciona que la producción de ácido láctico depende del tipo de sustrato y entidad fermentativa. Por otra parte, cabe mencionar que la mayor producción para ambas investigaciones fueron el ácido cítrico y el etanol, ya que estos dependen del tipo de sustrato,

pero no de la entidad fermentativa tal como se indica en la (Tabla 8 y 9) de anexos, de este modo podemos decir que para tener una mejor producción de estos compuestos es recomendable usar bebidas no lácteas, sin importar que tipo de entidad fermentativa se utilice.

Bazán (2020) fermentó zumo de uvas tintas con gránulos de kéfir de leche en condiciones estáticas, mientras (Pedraza, 2015) fermentó el mismo inóculo y sustrato, pero en condiciones agitadas, ambos hallaron producción de etanol y glicerol en su investigación. Los resultados mostraron que en condiciones agitadas se obtuvo la mayor producción de etanol y glicerol con 33.2 g/l y 5.51 g/l respectivamente. Con respecto al glicerol los resultados obtenidos nos confirman que este depende solo del tipo de sustrato tal como se muestra en la (Tabla 10) de anexos, esto debido a que la mayor producción se obtiene en bebidas no lácteas.

Bueno et al. (2021) trabajaron estáticamente con suero de queso y gránulos de kéfir de leche a una temperatura de 35°C, del mismo modo (Magalhaes et al., 2011) fermentó suero de queso con gránulos de kéfir de leche, pero a una temperatura de 26°C, indicando que a 26°C es la temperatura más óptima para la mayor producción de ácido láctico con 6.34 g/l, también hallaron producción de etanol con 12.72 g/l.

Majak et al. (2022) evaluaron la producción de ácidos orgánicos y etanol en bebida de leche UHT, fermentada estáticamente con gránulos de kéfir de leche, los resultados mostraron que hallaron mayor producción de ácido láctico con 20.53 g/l y 20.71 g/l para las 24 y 48 horas respectivamente, mientras que la producción de ácido acético y etanol fue menor; del mismo modo (Bazán, 2020) realizó la misma fermentación, pero en este caso la producción de ácido láctico fue menor, sin embargo, obtuvo la mayor producción de ácido acético con 1 g/l y 3.5 g/l, lo mismo sucedió con el etanol con 5.3 g/l y 2.9 g/l a las 24 y 48 horas respectivamente. Con los valores obtenidos podemos afirmar que la producción de ácido acético depende del tipo de sustrato, como se muestra en la (Tabla 7) de anexos, esto se debe a que existe mayor producción de ácido acético en zumos de frutas.

Sabokbar et al. (2015) fermentaron jugo de granada con suero y (Sabokbar & Khodaiyan, 2014) fermentaron jugo de manzana con suero, ambos se inocularon con gránulos de kéfir de leche, obteniendo la mayor producción de ácido láctico con 6.09 g/l en el jugo de manzana con suero.

Puerari et al. (2012) identificó la producción de ácidos orgánicos, etanol y glicerol, durante la fermentación de pasta de cacao con gránulos de kéfir de agua, en cuanto a ácidos orgánicos, la mayor producción obtuvo el ácido láctico con 5.55 g/l a 25°C a las 72 horas, el etanol adquirió su mayor producción de 45 g/l a 25°C a las 48 y 72 horas, este resultado puede deberse al aumento de la temperatura del proceso de fermentación, lo que contribuye al aumento de la población microbiana del kéfir que produce etanol. El glicerol alcanzó su mayor producción también a los 25°C a las 48 y 72 horas con 1.39 g/l, por otra parte (Zongo et al., 2020) identificaron la producción de etanol y glicerol durante la fermentación savia de palma con gránulos de kéfir de agua y leche a 22°C por 48 horas. Tanto para el etanol como para el glicerol, su mayor producción se dio en la fermentación de savia de palma con gránulos de kéfir de agua con 17.3 g/l y 0.67 g/l respectivamente.

Paredes et al. (2022) fermentaron jugo de frutas y verduras con gránulos de kéfir de leche, obteniéndose mejores resultados al 3% de inoculación para el ácido láctico y acético a las 48 h con valores de (3.25 g/l y 0.266 g/l) respectivamente.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Diversos estudios revelan que al fermentar con cepas y/ o gránulos de kéfir existe producción de exopolisacáridos ( kefirano y dextranos) y compuestos antibacterianos (ácidos orgánicos, etanol y glicerol) en los artículos seleccionados se observó que las bebidas fermentadas con gránulos de kéfir de leche en zumos (frutas o vegetales) y bebidas lácteas producen mayor cantidad de ácido láctico, mientras que las bebidas fermentadas con gránulos de kéfir de agua, producen mayor cantidad de ácido cítrico y etanol, a la vez resaltar que la cantidad de producción va a depender también de la inoculación, del tipo de fermentación, temperatura y tiempo. De este modo se concluye que es posible fermentar diversos sustratos de frutas, vegetales, leches, sueros, etc., con cepas y/o gránulos de kéfir de agua y leche para la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos, sin alterar su composición y sus beneficios para la salud.
- Se realizó una búsqueda en las distintas bases de datos científicas como Google académico, Scopus, ScienceDirect y Alicia Concytec, recolectando un total de 1288 artículos científicos experimentales, incluyendo 1 tesis doctoral, publicados de los años 2001-2023. Utilizando la declarativa Prisma se seleccionó 32 artículos y 1 tesis doctoral, la variación de resultados encontrados en los artículos de debe a los diferentes tipos de sustrato y entidad fermentativa, también a las condiciones de fermentación (Tiempo y Temperatura).
- Mediante el análisis de varianza (ANOVA), se concluyó que, en cuanto al tipo de sustrato, la producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos tuvieron

diferencias significativas, mientras que para la entidad fermentativa solo hubo diferencias significativas para el kefirano y el ácido láctico, esto se debe a que el kefirano es propio de la matriz de los gránulos de kéfir y el ácido láctico es producido por las BAL presentes también en los gránulos de kéfir.

- Se realizó el análisis de *Clústers* Jerárquico en función a los compuestos antibacterianos, específicamente para el ácido láctico y etanol, debido a que en la presente revisión sistemática se encontró mayor producción de estos compuestos, teniendo como resultado la formación de 7 grupos con características propias en cuanto al tipo de sustrato y entidad fermentativa.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar investigaciones experimentales con diversos sustratos en los que se inoculen con cepas de gránulos de kéfir de leche o agua, ya que de acuerdo con esta revisión se han encontrado pocos artículos en los que haya empleado esta entidad fermentativa.
- Diversos estudios demuestran que las bebidas kefiradas, son un alimento muy nutritivo y digerible, con bioactividad multifuncional, por ende, se recomienda a estudiantes y a la población innovar con la preparación de nuevos productos alimentarios fortificados con kéfir.
- A los nuevos investigadores, realizar investigaciones experimentales con bebidas lácteas, zumos y frutas con gránulos de kéfir, de tal modo que se pueda estudiar de manera más profunda, este tema que es muy novedoso en estos tiempos. Se recomienda el consumo de zumos de frutas y verduras, fermentadas con gránulos o cepas del kéfir, esto debido a que son beneficiosas para la salud, además son buena opción para las personas intolerantes a la lactosa.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Kök-Taş, T., Seydim, A. C., Özer, B., & Guzel-Seydim, Z. B. (2013). Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 780-789. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5753>
- Li, X., Él , Y., Xie, Y., Zhangc, L., Li, J., & Liu , H. (2023). Effects of fermentation with Kefir grains on nutrient composition, flavor volatiles, and product physical stability of a hemp seed (*Cannabis sativa* L.) beverage. *LWT*.
- Abadl, M., Mohsin, A., Sulaiman, R., Abas, F., Muhialdin, B., & Hussin, A. (2022). Biological activities and physiochemical properties of low-fat and high-fat coconut-based kefir. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100624>
- Ahmed, Z., Wang, Y., Ahmad, A., Khan, S., Nisa, M., Ahmad, H., & Afreen, A. (2013). Kefir and Health: A Contemporary Perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 422-434. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.540360>
- Ajam, F., & Koohsari, H. (2021). The Effect of Some Fermentation Conditions on the Production of Kefiran by Kefir Grains in Fermented Milk. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 9(4), 399-410. [https://journals.rifst.ac.ir/article\\_123088\\_99192f8a176afbe8ccadd58f0f562863.pdf?lang=en](https://journals.rifst.ac.ir/article_123088_99192f8a176afbe8ccadd58f0f562863.pdf?lang=en)
- Arslan, S. (2014). A review: chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir. *CyTA- Journal of Food*, 13(3), 340-345. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.981588>
- Bazán, D. (2020). *Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir*. <http://hdl.handle.net/11093/1643>
- Bengoa, A. A., Dueñas, M. T., Prieto, A., Garrote, G. L., & Abraham, A. G. (2023). Exopolysaccharide-producing *Lactococcus paracasei* strains isolated from kefir as starter for functional dairy products. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1110177>
- Bueno, T. F., Martín, S. T., Cardador-Martínez, M. A., & Maldonado-Guevara, B. I. (2021). Uso potencial del suero de queso tipo “ranchero” para la producción de una bebida fermentada con granulos de kefir. *RINDERESU*, 6, 1-2. <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/119>

- Caro, C., & Ángela, L. (2014). Fungal growth inhibition of *Aspergillus ochraceus* with “panela” fermented with water kefir grains. *VITAE*, 21(3), 191-200. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.18200>
- Cejudo-Valentín, R.-G. L.-P.-G.-R.-G. (2019). Produccion de leche bulgarada en un biorreactor aerobio utilizando en cultivo inmovil de kefir. *Revista Tecnológica Agrobioalimentaria*, 3(1), 43. <http://agrobioalimentaria.uttehuacan.edu.mx/media/files/Vol3num1/PRODUCCIONDELECHEBULGARADAENUNBIORREACTORAEROBIOUTILIZANDOUNCULTIVOINMOVILDEKEFIR.pdf>
- Cevikbas, A., Yemni, E., Ezzedenn, F. W., Yardimici, T., Cevikbas, U., & Stohs, S. j. (1994). Antitumoural antibacterial and antifungal activities of kefir and kefir grain. *PHYTOTHERAPY RESEARCH*, 8(2), 78-82. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650080205>
- Chaux, A. M., Jimenez, L. M., Motato, K., & Hernandez, G. (octubre de 2014). *Secado por aspersión y su efecto sobre la viabilidad de los microorganismos presentes en suero fermentado con gránulos de kefir*. Obtenido de XX Congreso Brasileño de Engenharia Química: <https://pdf.blucher.com.br/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0503-25202-150191.pdf>
- Contreras, M. J., de Paz Loza, R., Altamirano, H. J., Juárez, C., Ramírez, G. T., Flores, E., & Morales, A. T. (2022). El kéfir como fuente de probióticos y su impacto en la salud humana. *Universidad de Guanajuato*. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/7207>
- Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Nicola, F., Hüseyin, E., . . . Settanni, L. (2015). Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *LWT - Food Science and Technology*, 572-581. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.014>
- Costas, M., Alonso, E., & Pérez, N. (2016). Nisin production in realkalized fed-batch cultures in whey with feeding with lactose- or glucose-containing substrates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100, 7899-7908. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7558-9>
- Davidović, S. Z., Miljković, M. G., Antonović, D. G., & Rajilić-Stojanović, M. D. (2015). Water Kefir grain as a source of potent dextran producing lactic acid bacteria. *Hemijaska industrija*, 69(6), 595-604. <https://doi.org/10.2298/HEMIND140925083D>
- De Oliveira Filho, J. G., De Oliveira Silva, C., Egea, M. B., de Azeredo, H. M., & Capparelli, L. H. (2023). Employing alternative culture media in kefir exopolysaccharide production: Impact on microbial diversity, physicochemical properties, and bioactivities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125648>
- Encinas-Vázquez, I. A., Carrillo, E., Martín, A. R., Del Toro Sánchez, C. L., Márquez-Ríos, E., & Bastarrachea, L. J. (2023). Effects of High-Intensity Ultrasound Pretreatment on the Exopolysaccharide Concentration and Biomass Increase in Cheese Whey Kefir. *Processes*, 11(7), 1905. <https://doi.org/10.3390/pr11071905>

- Facefoodmag. (26 de Enero de 2021). *Facefoodmag*.<https://facefoodmag.com/producto/kefir-agua-probiotico-casero>
- Gökırmaklı, Ç., Karagül, Y., & Guzel-Seydim, Z. (2023). Chemical, microbial, and volatile changes of water kefir during fermentation with economic substrates. *Eur Food Res Technol*, 249, 1717-1728. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04242-9>
- Gulcin, S. (2022). The effects of fermentation with water kefir grains on two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus* L.) milk. *LWT*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114164>
- Güzel-Seydim, Z. B., Şatır, G., & Gökırmaklı, Ç. (2023). Use of mandarin and persimmon fruits in water kefir fermentation. *Food Science & Nutrition*, 1-8. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3561>
- Ibacaché, C., González-Pizarro, K., Charifeh, M., Canales, C., Díaz-Viciedo, R., & Dinamarca, A. (2022). Metagenomic and Functional Characterization of Two Chilean Kefir Beverages Reveals a Dairy Beverage Containing Active Enzymes, Short-Chain Fatty Acids, Microbial  $\beta$ -Amyloids, and Bio-Film Inhibitors. *Foods*, 11(7), 900. <https://doi.org/10.3390/foods11070900>
- Kazakos, S., Mantzourani, I., Nouska, C., Alexopoulos, A., Bezirtzoglou, E., Bekatorou, A., . . . Varzakas, T. (2016). Production of low-alcohol fruit beverages through fermentation of pomegranate and orange juices with kefir grains. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 4(1), 19-26. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.1.04>
- Li, X., Él, Y., Xie, Y., Zhangc, L., Li, J., & Liu, H. (2023). Effects of fermentation with Kefir grains on nutrient composition, flavor volatiles, and product physical stability of a hemp seed (*Cannabis sativa* L.) beverage. *LWT*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114934>
- Lopez-Rojo, J. P., Garcia-Pinilla, S., Hernandez-Sanchez, H., & Cornejo-Mazon, M. (2017). Estudio de la fermentacion de kefir de agua de piña con tibicos. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 16(2), 405-414. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62052087007>
- Magalhaes, K. T., Dias, D. R., De Melo Pereira, G. V., Oliveira, J. M., Domingues, L., Teixeira, J. A., . . . Freitas, R. (2011). Chemical composition and sensory analysis of cheese whey-based beverages using kefir grains as starter culture. *Food Science and Technology*, 46(4), 871-878. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02570.x>
- Majak, A., Vasiljevic, T., Yeager, T., & Donkor, O. N. (2022). Antimicrobial properties of traditional kefir: An in vitro screening for antagonistic effect on *Salmonella Typhimurium* and *Salmonella Arizonae*. *International Dairy Journal*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105180>
- Manab, A., Purnomo, H., Widjanarko, S., Radiati, L., & Thohari, I. (2017). Physicochemical Properties of Kefir Drink Using Modified Porang Flour (*Amorphophallus oncophyllus*) During Storage Period. 5(3). <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.3.14>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirujia Española*, 91(3), 149-155.

- Mantzourani, L., Terpou, A., Bekatorou, A., & Plessas, S. (2022). Valorization of Lactic Acid Fermentation of Pomegranate Juice by an Acid Tolerant and Potentially Probiotic LAB Isolated from Kefir Grains. *MDPI*, 8(4), 142. <https://doi.org/10.3390/fermentation8040142>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2014). Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18(3). <https://doi.org/10.14306/renhyd.18.3.114>
- Olivera, J. (Julio de 2011). *Caracterización tecnológica de cepas de bacterias ácido lácticas aisladas de la leche*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1331/1/uy24-15316.pdf>
- Ozcelik, F., Akan, E., & Kinik, O. (2021). Use of Cornelian cherry, hawthorn, red plum, rosehip and pomegranate juices in the production of water kefir beverages. *Food Bioscience*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101219>
- Paredes, J. L., Escudero-Gilete, M. L., & Vicario, I. M. (2022). A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization. *LWT*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112728>
- Pedraza, S. (2015). Cultivo de gránulo de kéfir en zumo de uvas tintas. *Revista ECIPeru*, 12(1). <https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2015.0006/>
- Prado, D. M., Laureano, J. d., Souza, T. S., & Bandeira, A. V. (2014). Labneh with probiotic properties produced from kefir: development and sensory evaluation. *Food Science and Technology*, 34(4), 694-700. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.6394>
- Puerari, C., Teixeira, K., & Freitas, R. (2012). New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis. *Food Research International*, 48(2), 634-640. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.005>
- Ramchandran, L., & Shah, N. (2009). Efecto de los exopolisacáridos sobre el proteolítico y actividades inhibitoras de la enzima convertidora de angiotensina-I y texturales y reológicas propiedades del yogur bajo en grasa durante el almacenamiento refrigerado. *Revista de ciencia láctea*, 92: 895-906.
- Randazzo, W., Corona, O., Guarcello, R., Francesca, N., Germanà, M. A., Erten, H., . . . Settanni, L. (2016). Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. *Food Microbiology*, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.10.018>
- Rodríguez, J. C., Noriega, J. A., Lucero, A., & Tejeda, A. (2017). Avances en el estudio de la bioactividad multifuncional del kéfir. *Interciencia*, 42(6), 347-354. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33951621003>
- Rother, E. T. (2007). Revisión sistemática X Revisión Narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>

- Sabokbar, N., & Khodaiyan, F. (2014). Characterization of pomegranate juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3711-3718. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1412-9>
- Sabokbar, N., Moosavi-Nasab, M., & Khodaiyan, F. (2015). Preparation and characterization of an apple juice and whey based novel beverage fermented using kefir grains. *Food Science and Biotechnology*, 24(6), 2095–2104. <https://doi.org/10.1007/s10068-015-0278-6>
- Santos, A., San Mauro, M., Sánchez, A., Torres, J. M., & Marquina, D. (2003). The Antimicrobial Properties of Different Strains of Lactobacillus spp. Isolated from Kefir. *Systematic and Applied Microbiology*, 26(3), 434-437. <https://doi.org/10.1078/072320203322497464>
- Sarkar, S. (2007). Potential of kefir as a dietetic beverage – a review. *British Food Journal*, 109(4), 280-290. <https://doi.org/10.1108/00070700710736534>
- Sebastian, J. J., & Sánchez, C. (2020). El Kéfir: tan desconocido como beneficioso para la salud. *MEDICINA NATURISTA*, 14(1), 15-17. <https://zaguan.unizar.es/record/89624>
- Setyawardani, T., Sumarmono, J., Arief, I., Rahardjo, A., Widayaka, K., & Santosa, S. (2020). Improving composition and microbiological characteristics of milk kefir using colostrum. *Food Science and Technology*, 40, 699-707. <https://doi.org/10.1590/fst.31719>
- Tratnik, L., Bozanic, R., Herceg, Z., & Drgalic, I. (2006). The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1), 40-46. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2006.00236.x>
- Tu, C., Azi, F., Huang, J., Xu, X., Xing, G., & Dong, M. (2019). Quality and metagenomic evaluation of a novel functional beverage produced from soy whey using water kefir grains. *LWT*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108258>
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2013). La declaración PRISMA: un paso adelante en la mejora de las publicaciones de la Revista Española de Salud Pública. *Revista Española de Salud Pública*, 87(2), 99-102. <https://dx.doi.org/10.4321/S1135-57272013000200001>
- Villavicencio, J. A., Ochoa, M. I., Mendoza, L. d., Ruiz, & Viviana, M. (2017). Beneficios del kéfir para la salud. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 1(4), 296-311. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7983595>
- Zongo, O., Cruvellier, N., Leray, F., Bideaux, C., Lesage, J., Zongo, C., . . . Guillouet, S. (2020). Physicochemical composition and fermentation kinetics of a novel Palm Sap-based Kefir Beverage from the fermentation of *Borassus aethiopum* Mart. fresh sap with kefir grains and ferments. *Scientific African*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00631>

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios, por su infinito amor y bondad, por hacer posible esta meta en nuestra vida, por permitir que nos realicemos profesionalmente y por poner en nuestro camino a seres maravillosos que nos inspiren a seguir adelante.

Asu vez, agradecer a los docentes que estuvieron presentes en este proceso de aprendizaje durante la carrera, gracias por sus enseñanzas, apoyo y su amistad. A mis asesores la Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán y al Dr. Nelson Pérez Guerra, sin los cuales nada de esto hubiera sido posible. Destacar a la Dra. Liliana Bazán, una excelente investigadora, gracias por compartir su conocimiento con nosotras, ya que, con su dirección, enseñanza y colaboración hiso posible la realización de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

### **De Diana Mirely Perez Flores**

Esta tesis está dedicada a:

A mi hija Madisson, que es el motor de mi vida, mi mayor tesoro, la fuente más pura de mi inspiración para seguir adelante y mejorar cada día. A mi esposo Edinson, que es mi compañero de vida, gracias por ser mi soporte durante este proceso.

A mi hermana Merly, que siempre estuvo presente en cada paso que di, gracias por su apoyo incondicional, por su amor infinito y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación se pueden lograr muchas cosas en la vida. A mi madre Hermila, que de una u otra forma ha sido fuente de inspiración en este proceso, por que donde quiera que se encuentre quiero que esté orgullosa de mí.

### **De Mayra Esteysy Vasquez Alverca**

Esta tesis está dedicada a:

Mi madre Santos, quien me dio la motivación y fuerza durante este tiempo, le doy gracias por el amor, paciencia y sus buenos consejos que me ayudaron a seguir en pie cuando más lo necesite. A mi padre Jeremías quien con su apoyo me ha permitido culminar mi carrera, gracias por inculcarme valores de respeto y honestidad en la sociedad y demostrarme que con esfuerzo y valentía cada una de mis metas se pueden lograr.

## ANEXOS

### Tabla 3

*Producción de exopolisacáridos y compuestos antibacterianos en diferentes sustratos*

N°	Titulo	Autor	Sustrato	Condiciones de fermentación					Exopolisacáridos		Compuestos Antibacterianos					Fecha	Base de Datos
				Entidad fermentativa	Tipo de fermentación	Relación inóculo/sustrato	T	t	Kefirano (g/L)	Dextranos (g/L)	Ácido láctico (g/L)	Ácidos orgánicos Ácido acético (g/L)	Ácido cítrico (g/L)	Etanol (g/L)	Glicerol (g/L)		
1	Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices	Corona et al., (2015)	Zanahoria	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	4.81	1.9	10.23	3.0	-	2015	Scopus
			Hinojo	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	3.55	0.18	6.75	6.3	-		
			Melón	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	4.8	0.59	3.6	25.60	-		
			Cebolla	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	1.24	0.03	2.11	0.9	-		
			Fresa	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	0.58	0.1	7.2	23.5	-		
			Tomate	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	2.41	0.25	14.55	14.8	-		
2	Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms	Randazzo et al., (2016)	Manzana	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	0.02	0.06	2.35	26.7	-	2016	Scopus
			Uva	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	0.02	0.16	2.91	44.4	-		
			Kiwi	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	0.13	0.11	12.81	10.3	-		
			Granada	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	0.05	0.07	4.29	49.6	-		
			Higo Chumbo	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	1	0.16	1.92	23.1	-		
			Membrillo	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% v/v	25	48	-	-	0.18	0.11	7.43	45.1	-		

3	Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Bazán, (2020)	Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	24	-	-	0.97	0.04	-	1.5	0.09	2020	Google académico
			Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	48	-	-	6.5	0.69	-	0.01	0.04		
			Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	72	-	-	0.65	0.04	-	1.94	0.22		
			Zumo de uvas blancas	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	24	-	-	3.61	2.51	-	2.41	0.92		
			Zumo de uvas blancas	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	48	-	-	2.78	2.91	-	6.98	0.94		
			Zumo de uvas blancas	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	72	-	-	2.56	3.13	-	10.82	1.59		
			Zumo de uvas Tintas	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	24	-	-	2.87	2.18	-	2.8	0.62		
			Zumo de uvas Tintas	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	48	-	-	1.92	3.07	-	7.2	1.12		
			Zumo de uvas Tintas	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	72	-	-	1.6	3.5	-	10.17	1.66		
			Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	24	-	-	9.5	1	-	5.3	0.5		
			Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	48	-	-	11	3	-	2.9	0.3		
			Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3% p/v	25	72	-	-	11	2.8	-	1.2	0.2		
			4	Cultivo de granulo de kefir en zumo de uvas tintas	Pedraza, (2015)	Zumo de uvas tintas	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	2.5 g/50 ml	20	24	-	-	-	-		
5	Water Kefir grain as a source of potent dextran producing lactic acid bacteria	Davidović et al., (2015)	Caldo mMRS con 50 g/L de sacarosa	Cepas de gránulos de kéfir de agua	Estática	100 ml	23	16	-	11.56	-	-	0	0	0	2015	Google académico
			Caldo mMRS con 50 g/L de sacarosa	Cepas de gránulos de kéfir de agua	Estática	100 ml	23	20	-	18	-	-	0	0	0		
			Caldo mMRS con 50 g/L de sacarosa	Cepas de gránulos de kéfir de agua	Estática	100 ml	30	32	-	18.46	-	-	0	0	0		
6	New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis	Puerari et al., (2012)	Pulpa de cacao	Gránulos de kéfir de agua	Estática	25,5 g//225 ml	10	48	-	-	-	-	3	4.5	1.38	2012	Scopus
			Pulpa de cacao	Gránulos de kéfir de agua	Estática	25,5 g//225 ml	10	72	-	-	1	0.5	-	4.5	1.38		
			Pulpa de cacao	Gránulos de kéfir de agua	Estática	25,5 g//225 ml	25	48	-	-	-	-	2.5	45	1.39		
			Pulpa de cacao	Gránulos de kéfir de agua	Estática	25,5 g//225 ml	25	72	-	-	5.55	1	1.5	45	1.39		

7	Fungal growth inhibition of <i>Aspergillus ochraceus</i> with “panela” fermented with water kefir grains	Caro & León, (2014)	Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	25	9	-	-	0.51	0.05	-	-	-	2014	Scopus
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	25	32.5	-	-	1.39	0.5	-	-	-		
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	30	3.5	-	-	0.62	0.04	-	-	-		
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	30	11.5	-	-	1.24	0.22	-	-	-		
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	30	32.5	-	-	2.09	0.38	-	-	-		
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	37	2.5	-	-	0.67	0.08	-	-	-		
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	37	8	-	-	2.16	0.14	-	-	-		
			Panela	Gránulos de kéfir de agua	Estática	10% m/v	37	32.5	-	-	3.24	0.47	-	-	-		
8	Improving composition and microbiological characteristics of milk kefir using colostrum	Setyawardan et al., (2020)	Leche (100%)	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	28	24	-	-	13.1	-	-	3.1	-	2020	Scopus
			Mezcla de leche y calostro (80:20%)	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	28	24	-	-	13.6	-	-	3.1	-		
			Mezcla de leche y calostro (60:40%)	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	28	24	-	-	14.9	-	-	3.5	-		
			Mezcla de leche y calostro (40:60%)	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	28	24	-	-	16.2	-	-	3.7	-		
			Mezcla de leche y calostro (20:80%)	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	28	24	-	-	16	-	-	4.6	-		
			Calostro (100%)	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	28	24	-	-	16.6	-	-	5	-		
9	Estudio de la fermentacion de kefir de agua de piña con tibicos	Lopez et al., (2017)	Agua de piña	Gránulos de kéfir de agua	Estática	12 g/250 ml	24	53	-	-	4.7	-	-	0	-	2017	Google académico
			Agua de piña	Gránulos de kéfir de agua	Estática	12 g/250 ml	24	29	-	-	0	-	-	0.08	-		
10	Valorization of Lactic Acid Fermentation of Pomegranate Juice by an Acid Tolerant and Potentially Probiotic LAB Isolated from Kefir Grains	Mantzourani et al., (2022)	Jugo de granada	Cepas de gránulos de kéfir de agua	Estática	1 g/100 ml	30	24	-	-	1.4	-	-	0	-	2022	Google académico

11	Production of Low-Alcohol Fruit Beverages Through Fermentation of Pomegranate and Orange Juices with Kefir Grains	Kazakos et al., (2016)	Jugo de granada	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	10	-	-	-	-	0.5	-	2016	Scopus
			Jugo de granada	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	16	-	-	-	-	1.5	-		
			Jugo de granada	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	20	-	-	-	-	1.5	-		
			Jugo de granada + Jugo de naranja	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	10	-	-	-	-	0.5	-		
			Jugo de granada + Jugo de naranja	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	16	-	-	-	-	1	-		
			Jugo de granada + Jugo de naranja	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	20	-	-	-	-	2.5	-		
			Jugo de naranja	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	10	-	-	-	-	2	-		
			Jugo de naranja	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.4 g/500 ml	30	16	-	-	-	-	2.5	-		
12	Effects of fermentation with Kefir grains on nutrient composition, flavor volatiles, and product physical stability of a hemp seed (Cannabis sativa L.) beverage	Li et al., (2023)	Bebida de semilla de cáñamo	Gránulos de kéfir de agua	Estática	3% p/p	28	24	-	-	-	-	-	-	2023	Scopus
			Bebida de semilla de cáñamo	Gránulos de kéfir de agua	Estática	3% p/p	4	24	-	-	-	-	-	-		
13	The effects of fermentation with water kefir grains on two varieties of tigermut (Cyperus esculentus L.) milk	Gulcin, (2022)	Bebida de chufa (variedad marrón)	Gránulos de kéfir de agua	Estática	2 % v/w	25	24	-	-	2.44	-	-	-	2022	Scopus
			Bebida de chufa (variedad amarilla)	Gránulos de kéfir de agua	Estática	2 % v/w	25	24	-	-	2.96	-	-	-		
14	Producción de leche bulgarada en un biorreactor aerobio utilizando en cultivo inmóvil de kéfir	Cejudo et al., (2019)	Leche entera	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	10 g/L	32	24	-	-	5	-	-	0.78	2019	Google académico
15	Biological activities and physiochemical properties of low-fat and high-fat coconut-based kefir	Abadl et al., (2022)	Leche de coco baja en grasa	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5 g/L	25	24	-	-	7.5	-	-	-	2022	ScienceDirect
			Leche de coco alta en grasa	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5 g/L	25	24	-	-	6.6	-	-	-		
16	Uso potencial del suero de queso tipo "ranchero" para la producción de una bebida fermentada con gránulos de kéfir	Bueno et al., (2021)	Suero de queso tipo "ranchero"	Gránulos de kéfir de leche	Estática	1.5 g/100 ml	35	72	-	-	5.75	-	-	-	2021	Google académico

17	Labneh with probiotic properties produced from kefir: development and sensory evaluation	Prado et al., (2014)	Leche entera	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	24	28	-	-	7.5	-	-	-	-	2014	Google académico
			Leche descremada	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5%	24	28	-	-	9.1	-	-	-	-		
18	Preparation and characterization of an apple juice and whey based novel beverage fermented using kefir grains	Sabokbar et al., (2015)	Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	8 % p/v	20	48	0.00008	-	5.81	-	-	-	-	2015	Scopus
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	2 % p/v	30	48	0.00004	-	4.1	-	-	-	-		
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	9.24 % p/v	25	48	0.000068	-	6.3	-	-	-	-		
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5 % p/v	25	48	0.000069	-	6.09	-	-	-	-		
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5 % p/v	17.9 3	48	0.000052	-	4.7	-	-	-	-		
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	8 % p/v	30	48	0.00007	-	4.9	-	-	-	-		
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	0.76 % p/v	25	48	0.000032	-	4.11	-	-	-	-		
			Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	2 % p/v	20	48	0.000046	-	4.5	-	-	-	-		
	Jugo de manzana + Bebida de suero	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5 % p/v	32.0 7	48	0.000045	-	4.3	-	-	-	-				
19	Physicochemical Properties of Kefir Drink Using Modified Porang Flour ( <i>Amorphophallus oncophyllus</i> ) During Storage Period	Manab et al., (2017)	Leche de cabra	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3 % p/v	4	24	-	-	-	-	-	1.8	-	2017	Google académico
			Leche de cabra con harina de porang modificada	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3 % p/v	4	24	-	-	-	-	-	0	-		
			Leche de cabra con harina de porang	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3 % p/v	4	24	-	-	-	-	-	0.4	-		
20	Chemical composition and sensory analysis of cheese whey-based beverages using kefir grains as starter culture	Magalhaes et al., (2011)	Leche entera de vaca	Gránulos de kéfir de leche	Estática	12,5 g/250 mL	25	72	-	-	6.35	-	-	12.26	-	2011	Scopus
			Suero de queso	Gránulos de kéfir de leche	Estática	12,5 g/250 mL	26	72	-	-	6.34	-	-	12.72	-		
			Suero de queso desproteinizado	Gránulos de kéfir de leche	Estática	12,5 g/250 mL	25	72	-	-	6.81	1.5	-	11.86	-		

21	A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Paredes et al., (2022)	Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	1%	26	12	-	-	0.289	0	0.682	-	-	2022	Scopus
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	2%	26	12	-	-	0.631	0	0.614	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3%	26	12	-	-	0.899	0.062	0.542	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	4%	26	12	-	-	1.47	0.085	0.498	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	1%	26	24	-	-	0.515	0	0.607	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	2%	26	24	-	-	1.099	0.037	0.543	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	3%	26	24	-	-	1.609	0.096	0.499	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	4%	26	24	-	-	2.042	0.098	0.496	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	1%	26	48	-	-	0.559	0	0.594	-	-		
			Jugo de frutas y verduras	Gránulos de kéfir de leche	Estática	2%	26	48	-	-	1.094	0.06	0.601	-	-		
22	Characterization of pomegranate juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains	Sabokbar & Khodaiyan, (2014)	Jugo de granada + suero de leche	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5% p/v	19	32	-	-	4.6	0.5	2.5	-	-	2014	Scopus
			Jugo de granada + suero de leche	Gránulos de kéfir de leche	Estática	5% p/v	25	32	-	-	5.3	0.62	1.9	-	-		
			Jugo de granada + suero de leche	Gránulos de kéfir de leche	Estática	8 % p/v	19	32	-	-	5.2	0.61	1.7	-	-		
			Jugo de granada + suero de leche	Gránulos de kéfir de leche	Estática	8 % p/v	25	32	-	-	5.9	0.7	0.9	-	-		
23	Exopolysaccharide-producing Lactocaseibacillus paracasei strains isolated from kefir as starter for functional dairy products	(Bengoa 2023)	Leche descremada	Cepas de gránulos de kéfir de leche	Estática	5% v/v	20	24	-	-	12.84	0.54	-	-	-	2023	Scopus
			Leche descremada	Cepas de gránulos de kéfir de leche	Estática	5% v/v	30	24	-	-	13.52	0.74	-	-	-		
			Leche descremada	Cepas de gránulos de kéfir de leche	Estática	5% v/v	37	24	-	-	12.93	0.47	-	-	-		

24	The Effect of Some Fermentation Conditions on the Production of Kefiran by Kefir Grains in Fermented Milk	Ajam & Koohsari, (2021)	Leche entera	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	5 g/50 ml	25	120	0.37	-	-	-	-	-	-	2021	Google académico
			Leche entera	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	5 g/50 ml	37	120	1.23	-	-	-	-	-	-		
			Leche descremada	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	5g/50 ml	25	120	1.48	-	-	-	-	-	-		
			Leche descremada	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	5g/50 ml	37	120	1.31	-	-	-	-	-	-		
25	Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir	Kök et al., (2013)	Leche entera de vaca	Gránulos de kéfir de leche	Estática	2%	4	24	0.00013	-	9	-	-	0.10002	-	2013	ScienceDirect
26	Physicochemical composition and fermentation kinetics of a novel Palm Sap-based Kefir Beverage from the fermentation of <i>Borassus aethiopum</i> Mart. fresh sap with kefir grains and ferments	Zongo et al., (2020)	Savia de Palma	Gránulos de kéfir de leche	Estática	4% p/v	22	48	-	-	-	-	-	16.61	0.45	2020	ScienceDirect
			Savia de Palma	Gránulos de kéfir de agua	Estática	4% p/v	22	48	-	-	-	-	-	17.3	0.67		
27	Metagenomic and Functional Characterization of Two Chilean Kefir Beverages Reveals a Dairy Beverage Containing Active Enzymes, Short-Chain Fatty Acids, Microbial $\beta$ -Amyloids, and Bio-Film Inhibitors	Ibacaché et al., (2022)	Leche bovina cruda tratada	Gránulos de kéfir de leche	Estática	10 g/100 ml	25	48	-	-	6.96	2.71	-	-	-	2022	Google académico
28	Effects of High-Intensity Ultrasound Pretreatment on the Exopolysaccharide Concentration and Biomass Increase in Cheese Whey Kefir	Encinas et al., (2023)	Suero de queso	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	3% p/v	25	8	81.9	-	-	-	-	-	-	2023	Google académico
			Suero de queso	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	3% p/v	25	16	75.1	-	-	-	-	-	-		
			Suero de queso	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	3% p/v	25	24	63.1	-	-	-	-	-	-		
			Suero de queso	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	3% p/v	25	32	81.9	-	-	-	-	-	-		
			Suero de queso	Gránulos de kéfir de leche	Agitada	3% p/v	25	40	76.9	-	-	-	-	-	-		

29	Use of Cornelian cherry, hawthorn, red plum, roship and pomegranate juices in the production of water kefir beverages	Ozcelik et al., (2021)	Cereza	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/p	4	24	-	-	-	-	3.44	-	-	2021	ScienceDirect
			Espino	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/p	4	24	-	-	-	-	3.09	-	-		
			Rosa mosqueta	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/p	4	24	-	-	-	-	3.75	-	-		
			Granada	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/p	4	24	-	-	-	-	4.12	-	-		
			Ciruelo rojo	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/p	4	24	-	-	-	-	3.88	-	-		
30	Chemical, microbial, and volatile changes of water kefir during fermentation with economic substrates	Gökırmaklı et al., (2023)	Agua con azúcar blanca	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/v	25	24	-	-	0.232	0.612	-	-	-	2023	Google académico
			Agua con azúcar blanca	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/v	25	48	-	-	0.252	0.653	-	-	-		
			Agua con higos secos	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/v	25	24	-	-	1.514	1.672	0.392	-	-		
			Agua con higos secos	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5% p/v	25	48	-	-	2.693	3.531	0.062	-	-		
31	Antimicrobial properties of traditional kefir: An in vitro screening for antagonistic effect on Salmonella Typhimurium and Salmonella Arizonae	Majak et al., (2022)	Leche UHT	Gránulos de kéfir de leche	Estática	20 g/200 ml	25	24	-	-	20.53	1.02	-	1.59	-	2022	ScienceDirect
			Leche UHT	Gránulos de kéfir de leche	Estática	20 g/200 ml	25	48	-	-	20.71	1.09	-	1.36	-		
32	Quality and metagenomic evaluation of a novel functional beverage produced from soy whey using water kefir grains	Tu et al., (2019)	Suero de soja	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5 % p/v	25	24	-	-	0.34	2.18	-	-	-	2019	ScienceDirect
			Suero de soja	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5 % p/v	25	48	-	-	1.37	2.66	-	-	-		
			Suero de soja	Gránulos de kéfir de agua	Estática	5 % p/v	25	72	-	-	3.01	2.42	-	-	-		
33	Employing alternative culture media in kefiran exopolysaccharide production: Impact on microbial diversity, physicochemical properties, and bioactivities	Oliveira et al.,(2023)	Azúcar de caña	Gránulos de kéfir de agua	Agitada	5 g/100ml	27	48	0.42	-	-	-	-	-	-	2023	Scopus
			Azúcar sin refinar	Gránulos de kéfir de agua	Agitada	5 g/100ml	27	48	0.51	-	-	-	-	-	-		
			Azúcar moreno	Gránulos de kéfir de agua	Agitada	5 g/100ml	27	48	1.3	-	-	-	-	-	-		
			Melaza de soja	Gránulos de kéfir de agua	Agitada	5 g/100ml	27	48	4.65	-	-	-	-	-	-		
			Melaza de caña de azúcar	Gránulos de kéfir de agua	Agitada	5 g/100ml	27	48	4.64	-	-	-	-	-	-		
			Melaza de vaca baja en grasa	Gránulos de kéfir de agua	Agitada	5 g/100ml	27	48	4.22	-	-	-	-	-	-		

**Tabla 4***Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Kefirano*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Kefirano (g/L)

Origen	Tipo III de suma de				
	cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	27582,180a	66	417,912	115,055	,000
Intersección	242,516	1	242,516	66,767	,000
Tsustrato	21591,402	60	359,857	99,072	,000
Entidadfermentativa	4785,939	4	1196,485	329,404	,000
Tsustrato *	,432	1	,432	,119	,731
Entidadfermentativa					
Error	239,730	66	3,632		
Total	29019,093	133			
Total, corregido	27821,910	132			

a. R al cuadrado = .991 (R al cuadrado ajustada = .983)

**Tabla 5***Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Dextranos*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Dextranos (g/L)

Origen	Tipo III de suma				
	de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	751,302a	66	11,383	25,241	,000
Intersección	25,329	1	25,329	56,164	,000
Tsustrato	419,258	60	6,988	15,494	,000
Entidadfermentativa	,000	4	,000	,000	1,000
Tsustrato *	,000	1	,000	,000	1,000
Entidadfermentativa					
Error	29,765	66	,451		
Total	798,405	133			
Total, corregido	781,067	132			

a. R al cuadrado = .962 (R al cuadrado ajustada = .924)

**Tabla 6***Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Ácido láctico*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Ácido láctico (g/L)

Origen	Tipo III de suma de				
	cuadrados	G/L	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2602,842a	66	39,437	14,084	,000
Intersección	919,574	1	919,574	328,397	,000
Tsustrato	2216,786	60	36,946	13,194	,000
Entidadfermentativa	99,202	4	24,800	8,857	,000
Tsustrato *	37,527	1	37,527	13,401	,001
Entidadfermentativa					
Error	184,812	66	2,800		
Total	4263,057	133			
Total, corregido	2787,654	132			

a. R al cuadrado = .934 (R al cuadrado ajustada = .867)

**Tabla 7***Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Ácido acético*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Ácido acético (g/L)

Origen	Tipo III de suma				
	de cuadrados	G/L	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	92,392a	66	1,400	13,689	,000
Intersección	21,865	1	21,865	213,807	,000
Tsustrato	62,867	60	1,048	10,246	,000
Entidadfermentativa	,173	4	,043	,422	,792
Tsustrato *	,170	1	,170	1,664	,202
Entidadfermentativa					
Error	6,749	66	,102		
Total	123,699	133			
Total, corregido	99,141	132			

a. R al cuadrado = .932 (R al cuadrado ajustada = .864)

**Tabla 8**

*Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Ácido cítrico*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/L)

Origen	Tipo III de suma de				
	cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	681, 874a	66	10,331	102,535	,000
Intersección	86,870	1	86,870	862,146	,000
Tsustrato	554,092	60	9,235	91,652	,000
Entidadfermentativa	,014	4	,004	,036	,997
Tsustrato *	,000	1	,000	,000	1,000
Entidadfermentativa					
Error	6,650	66	,101		
Total	789,103	133			
Total, corregido	688,524	132			

a. R al cuadrado = .990 (R al cuadrado ajustada = .981)

**Tabla 9**

*Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Etanol*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Etanol (g/L)

Origen	Tipo III de suma				
	de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11761, 525a	66	178,205	6,566	,000
Intersección	2751,062	1	2751,062	101,370	,000
Tsustrato	10222,154	60	170,369	6,278	,000
Entidadfermentativa	1365,831	4	341,458	12,582	,000
Tsustrato *	,681	1	,681	,025	,875
Entidadfermentativa					
Error	1791,154	66	27,139		
Total	16022,094	133			
Total, corregido	13552,679	132			

a. R al cuadrado = .868 (R al cuadrado ajustada = .736)

**Tabla 10***Efecto del tipo de sustrato y entidad fermentativa sobre la producción de Glicerol*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Glicerol (g/L)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	43,760a	66	,663	48,855	,000
Intersección	2,817	1	2,817	207,591	,000
Tsustrato	36,148	60	,602	44,393	,000
Entidadfermentativa	,024	4	,006	,446	,775
Tsustrato *	,000	1	,000	,000	1,000
Entidadfermentativa					
Error	,896	66	,014		
Total	47,775	133			
Total, corregido	44,655	132			

a. R al cuadrado = .980 (R al cuadrado ajustada = .960)