

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN
LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y
VOLÁTIL DE BEBIDAS KEFIRADAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autora: Bach. Elsa Magali Zurita Rodríguez

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

JAÉN - PERÚ, DICIEMBRE, 2022





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 29 de diciembre del año 2022, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

- Presidente : Dr. Ernesto Hernández Martínez
- Secretario : Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
- Vocal : PhD. Wilfredo Ruíz Camacho

para evaluar la Sustentación de:

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

Titulado: "EFECTO DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN LA COMPARACIÓN QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y VOLÁTIL DE BEBIDAS KEFIRADAS", presentado por la Bachiller Elsa Magali Zurita Rodríguez, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

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

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (16) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 29 de diciembre de 2022

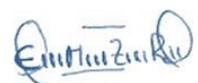
Dra. Ernesto Hernández Martínez
Presidente Jurado Evaluador

Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
Secretario Jurado Evaluador

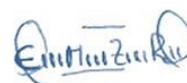
PhD. Wilfredo Ruíz Camacho
Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Bacterias y levaduras del kéfir	9
1.2. Tipos de gránulos de kéfir	11
1.3. Composición fisicoquímica del kéfir.	12
II. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo general	16
2.2. Objetivo específico	16
III. MATERIAL Y MÉTODOS	17
3.1. Población y muestra	17
3.1.1. Población	17
3.1.2. Muestra	17
3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión	17
Criterios de inclusión	17
Criterios de exclusión	18
3.2. Método e instrumentos recopilación de datos	18
3.2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.2.2. Procedimiento	19
3.2.4. Aspectos éticos	21
3.3. Métodos estadísticos.	21
IV. RESULTADOS	22
4.1.1. Efectos sobre la composición química.	24
4.1.2. Efectos sobre la composición microbiológica.	25
4.1.3. Efectos sobre la composición volátil.	26

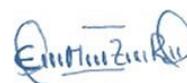


4.2. Análisis de formación de grupos o clusters.	28
V. DISCUSIÓN	31
5.1. Condiciones de fermentación	31
5.2. Efecto de la composición físico químicos	34
5.3. Efecto sobre la composición microbiológica	35
5.4. Análisis de composición volátil	36
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
DEDICATORIA	47
AGRADECIMIENTO	48
ANEXOS	49



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Principales grupos de bacterias presentes en el kéfir</i>	10
Tabla 2 <i>Principales grupos de Levaduras presentes en el Kéfir</i>	11
Tabla 3 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácido láctico, acético y etanol</i>	24
Tabla 4 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de levaduras [LEV].</i>	25
Tabla 5 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácidos volátiles, alcoholes volátiles, aldehídos volátiles, ésteres volátiles y otros compuestos aromáticos volátiles.</i>	27
Tabla 6 <i>Historial de conglomeración de las diferentes bebidas kefiradas.</i>	28
Tabla 7 <i>Composiciones química, microbiológica y volátil de las bebidas analizadas.</i>	49
Tabla 8 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de etanol.</i>	84
Tabla 9 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácido acético.</i>	84
Tabla 10 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácido láctico.</i>	85
Tabla 11 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de bacterias lácticas [BAL].</i>	85
Tabla 12 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de bacterias acéticas [BAC].</i>	86
Tabla 13 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de levaduras [LEV].</i>	86
Tabla 14 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácidos volátiles.</i>	87
Tabla 15 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de alcoholes volátiles.</i>	88
Tabla 16 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción</i>	



<i>de aldehídos volátiles.</i>	88
Tabla 17 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ésteres volátiles.</i>	89
Tabla 18 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de compuestos aromáticos volátiles.</i>	89
Tabla 19 <i>Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de otros compuestos volátiles</i>	90

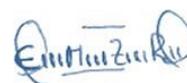
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Producción del ácido láctico.</i>	14
Figura 2 <i>Flujograma de la revisión sistemática formación continua docente.</i>	20
Figura 3 <i>Tendencia de investigaciones seleccionadas de bebidas kefiradas por año.</i>	23
Figura 4 <i>Distribución de publicaciones de artículos seleccionados.</i>	23
Figura 5 <i>Dendrograma mostrando la agrupación de las diferentes bebidas kefiradas considerando sus composiciones química, microbiológica y volátil</i>	30

RESUMEN

El kéfir es una bebida fermentada compuesta por microorganismos vivos (bacterias lacias, acéticas y levaduras), producido por fermentación de diferentes tipos de leche con gránulos de kéfir, su consumo ejerce efectos positivos a la salud. Se han utilizado con éxito otros tipos de sustratos para producir bebidas kefiradas con altos niveles de biomasa y características organolépticas aceptables. La presente investigación fue de tipo descriptivo, con el objetivo de recopilar información y determinar el efecto de las condiciones de fermentación en la composición química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas mediante una revisión sistemática (RS). Para acceder a la base de datos se emplearon las palabras claves: “Fermentation of Kefir AND characterization”, “Fermentation of Kefir “OR” chemical composition “OR” microbiological composition “OR” volatile composition”, teniendo en cuenta las publicaciones de los últimos 20 años (2002 al 2022). Como resultado se obtuvieron 712 artículos y una tesis doctoral, en 5 bases de datos, se seleccionaron 29 artículos y 1 tesis doctoral mediante la RS, se concluyó que la composiciones química, microbiológica y volátil de las diferentes bebidas kefiradas presentaron diferencias significativas, debido a las diferentes condiciones de fermentación (sustrato, inóculo, tipo de fermentación), mediante el modelo general univariante y formación de Clusters.

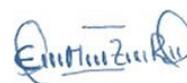
Palabras claves: “fermentación de Kéfir” y “caracterización” o “composición química”, “composición microbiológica” y “composición volátil”.



ABSTRACT

Kefir is a fermented drink composed of live microorganisms (lactate, acetic bacteria and yeasts), produced by fermentation of different types of milk with kefir granules, its consumption has positive effects on health. Other types of substrates have been used successfully to produce kefirada beverages with high levels of biomass and acceptable organoleptic characteristics. The present investigation was of a descriptive type, with the objective of collecting information and determining the effect of fermentation conditions on the chemical, microbiological and volatile composition of kefirada beverages through a systematic review (SR). To access the database, the keywords were used: "Fermentation of Kefir" AND "characterization", "Fermentation of Kefir OR chemical composition OR microbiological composition OR volatile composition", taking into account the publications of the last 20 years (2002 to 2022). As a result, 712 articles and a doctoral thesis were obtained, in 5 databases, 29 articles and 1 doctoral thesis were selected through the SR, it was concluded that the chemical, microbiological and volatile compositions of the different kefirada drinks presented significant differences, due to the different fermentation conditions (substrate, inoculum, type of fermentation), through the general univariate model and cluster formation.

Keywords: "Kefir fermentation" and "characterization" or "chemical composition", "microbiological composition" and "volatile composition".

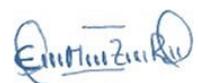


I. INTRODUCCIÓN

El kéfir es una bebida fermentada, con características ácidas, láctica, refrescante y carbonatada cuyo sabor se debe a la composición del ácido láctico (Plaza, 2019), es una mezcla de probióticos y levaduras unidas en una matriz de proteínas, grasas y polisacáridos (Bolaños, 2014). Esta bebida es originaria de las comunidades Balcanes del este de Europa y las montañas del Cáucaso en Asia Central, se ha consumido durante más de 100 años por sus diversos beneficios para la salud (Kumar et al., 2021). El kéfir se obtiene de los gránulos del kéfir o cultivos madre (Salazar et al., 2019) de color blanco, amarillos claros o pálidos, gelatinosos, de tamaño variable, entre 0,3 - 3,5 cm de diámetro, de forma muy similar a la coliflor (Inieta, 2016).

Los gránulos de kéfir son masas bióticas formadas por microorganismos probióticos a partir de levaduras, lípidos, proteínas y disacáridos (azúcares), destacando los lactobacilos, las bacterias del ácido acético, las levaduras y los hongos (Prado et al., 2015). Según la Norma Técnica Andina, (2007). El kéfir es una leche fermentada que contiene cultivos de bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus kefir*, especies de los géneros *Leuconostoc* y *Lactococcus*) y bacterias del ácido acético (género *Acetobacter*), con bajos niveles de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono.

El kéfir se obtiene tradicionalmente por fermentación de gránulos de kéfir en condiciones estándares con diferentes concentraciones de inóculo tradicionalmente en un sustrato lácteo (Bengoia et al., 2020), según K. Magalhães et al., (2011) puede obtenerse fermentando leche de vaca, suero de queso y suero de queso desproteinizado con gránulos de kéfir de leche en condiciones estáticas e inoculando al 5 % p/v durante 48 horas a 25 °C, asimismo Sabokbar y Khodaiyan, (2015) fermentaron jugo de granada y suero de leche con kéfir de leche e inocularon al 5 y 8 % p/v durante 32 horas a 19 y 25 °C. Bazan, (2020) fermentó zumo de kiwi sin centrifugar y centrifugado, zumo de uvas blancas, uvas tintas y leche entera UHT con gránulos de kéfir de leche, inoculó al 3 % p/v durante 24, 48,72 horas



en condiciones estáticas y a 150 rpm. Corona et al., (2016) fermentó zanahoria, hinojo, melón, cebolla, fresa y tomate con kéfir de agua liofilizado durante 48 horas a 25 °C e inoculado al 4 % v/v.

Corzo et al., (2015) han demostrado que los gránulos de kéfir se utilizan en la producción de productos lácteos, los cuales están asociados con su capacidad de tener efectos beneficiosos para la salud humana, proporcionando así un proceso reproducible para la extracción de bebidas kefiradas.

El kéfir es una leche fermentada compleja, contiene varias sustancias que tienen efectos positivos sobre el sistema inmunológico y pueden prevenir ciertos tipos de cáncer (Moreno et al., 2006), reduce problemas gastrointestinales, incluidos los calambres, las náuseas, la hinchazón y la diarrea (O'Brien et al., (2017) además, se usa como terapia para pacientes con inflamación, alérgica de las vías respiratorias como el asma (Lee et al., 2007).

Los beneficios del kéfir son notables en las personas que lo han consumido durante siglos; actualmente los gránulos de kéfir son reconocidos como una fuente de probióticos y kefiranos, para los cuales existe amplia evidencia de las propiedades biológicas y sus aplicaciones terapéuticas (Leite et al., 2013). El kéfirán y las propiedades biológicas microbianas se denominan probióticos del kéfir y se caracterizan por tres tipos de lactobacilos: *L. kefirianofaciens*, *L. casei* y *L. paracasei*. Las propiedades antiinflamatorias, antibacterianas, inmunológicas, biológicas, antioxidantes, enzimáticas, hipoglucemiantes, hipolipemiantes y antihipertensivas de *Paracasei*, con aplicaciones potenciales en el tratamiento de afecciones como dermatitis atópica, aterosclerosis, diabetes, hipertensión, estreñimiento, dispepsia, depresores de la intolerancia a la lactosa y antihipertensivos (Olivo et al., 2017). Las fuentes de Tíbet *Kluyveromyces Marxianus* cepas K1 y M3 pueden secretar una enzima importante que tienen efectos sobre la reducción del colesterol metabólico (Liu et al., 2012).

1.1. Bacterias y levaduras del kéfir

Según Nielsen et al., (2014) manifestaron que las bacterias son la especie predominante en la población microbiana del gránulo y de las bebidas fermentadas. En estas bebidas probióticas, las levaduras aportan componentes fundamentales que no pueden producir las bacterias. En las tablas 1 y 2 se muestran las principales bacterias y de levaduras presentes en el kéfir.

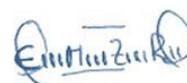


Tabla 1*Principales grupos de bacterias presentes en el kéfir*

Género	Especie más frecuentes	Características
	<i>L. brevis</i> <i>L. kefir</i>	Heterofermentativos, predominantes en leche fermentadas.
Lactobacilos	<i>L. casei</i> <i>L. paracasei</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. delbrueckii - bulgaricus</i> <i>L. kefiranoferens</i>	Prevalecen en granos de kéfir.
Lactococos	<i>L. lactis – lactis</i> <i>L. lactis – lactis biovar diacetylactis</i> <i>L. lactis - cremoris</i>	Acidifica rápidamente durante las primeras horas de fermentación.
Streptococos	<i>S. thermophilus</i>	Raramente encontrado.
Leuconostoc	<i>L. mesenteroides</i> <i>L. mesenteroides - dextranicum</i> <i>L. mesenteroides - cremoris</i> <i>L. lactis</i>	Contribuye al sabor del kéfir.
Acetobacter	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Acetobacter rassaen.</i>	Su función principal es mantener la microflora de granos de kéfir en un estado simbiótico. Aumenta la viscosidad del kéfir

*Nota: Echeverría (2008).***Tabla 2***Principales grupos de Levaduras presentes en el Kéfir*

Especies más frecuentes	Características
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces unisporus</i>	Levaduras no fermentadoras de la lactosa, que producen alcohol y CO ₂ a partir de glucosa.
<i>Candida kefir</i> <i>Kluyveromyces marxianus</i> <i>var. marxianus</i>	Levaduras fermentadoras de la lactosa. Responsables de formación de CO ₂ y contribuyendo al característico sabor y aroma.

Nota: Echeverría (2008).

1.1. Tipos de gránulos de kéfir

Según Gonzáles (2011) hay tres tipos de gránulos de kéfir: de leche, de agua y té o kombucha. El kéfir de agua y de leche tienen la misma microbiota, pero se activan en diferentes medios (Bolaños, 2014).

Según Sagredo (2007) el kéfir de leche es un gránulo comúnmente conocido como kéfir, con una estructura en la que participan en simbiosis diversas bacterias como *Lactobacillus brevis*, *L. desidiosus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus lactis* y otras, también coexisten levaduras como *Leuconostoc caucasicum* (levadura del género *Candida*) y *Saccharomyces kefir*. Este grupo de bacterias y levaduras intervienen en la producción de doble fermentación alcohólica y láctica.

Por otro lado, está el kéfir de agua, que coexiste simbióticamente con diferentes bacterias y levaduras, muy similares a los que se encuentran en los gránulos de kéfir de leche; gránulos en forma de masa gelatinosa de forma irregular, generalmente de color amarillo-naranja, de consistencia elástica; además, en comparación con los gránulos de kéfir de leche, los gránulos de kéfir de agua son más pequeños y no están agrupados (Sagredo, 2007).

Plaza, (2019) El kéfir de té o kombucha es un gránulo que contiene muchos microorganismos en relación simbiótica y está formado por la bacteria acética *Acetobacter xylinum* y dos especies de levaduras *Zygosaccharomyces rouxii* y *Candida sp.* Estas bacterias simbióticas prosperan en bebidas frías de té (negro, verde o rojo). El proceso de fermentación de la kombucha difiere de los requisitos previos para que se lleve a cabo la fermentación, ya que el recipiente debe estar sellado para evitar que el producto entre en contacto con el mundo exterior.

Acorde con lo mencionado anteriormente, las semillas de kéfir también se pueden fermentar en bebidas de frutas y vegetales conocidas como bebidas de kéfir, con alta biomasa y propiedades organolépticas aceptables. Aquí encontrarás bebidas funcionales con el mismo tipo de beneficios para la salud. Es por eso que la demanda actual de bebidas funcionales es enorme, especialmente de productos que contienen microorganismos. Los organismos probióticos (bacterias y levaduras) tienen efectos beneficiosos en humanos y animales (Bazan, 2020).

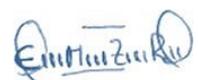
Según Londero et al., (2012) La producción de bebidas se puede suministrar a partir de suero fermentado con microorganismos de kéfir inmovilizados en celulosa o material de gluten. La fermentación del suero con gránulos de kéfir se produce por un aumento de la biomasa granular en el suero desproteinizado, donde se acidifica y reduce significativamente la concentración de lactosa, y produce exopolisacáridos que se liberan al medio ambiente. Por lo tanto, la producción de exopolisacáridos y el crecimiento de semillas en este medio se vieron afectados por el calor inducido por la fermentación (Londero et al., 2012).

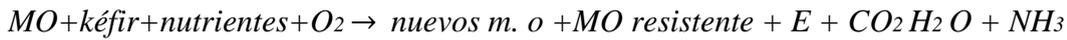
1.2. Composición fisicoquímica del kéfir.

El kéfir es una bebida atractiva para la industria, tanto por su contenido en bacterias lácticas, como por sus características fisicoquímicas. Según Echeverría (2008) determinó que el kéfir tiene un pH de 4 a 4,5, contiene 3,5 g/100g de grasa la cual depende de la fuente de leche (cabra, vaca o yegua), la proteína tiene un rango de 3 a 3,4 g/100 g, lactosa 2 a 3,5 g/100 g y 0,6 a 1 % de ácido láctico. Además, el kéfir contiene ácidos orgánicos como el ácido fórmico, succínico, caproico, caprílico y láurico, asimismo contiene etanol en un rango de 0,5 a 2 % y en un rango de 0,08 a 0,2 % CO₂. El kéfir contiene vitaminas como viene a ser la tiamina, piridoxina y ácido fólico, compuestos aromáticos (acetaldehído, diacetilo y acetona).

En la producción de bebidas y productos de kéfir, el proceso de fermentación sigue las diferentes rutas, dependiendo del tipo de bebida a elaborar, las mismas que se clasifican de la siguiente manera:

Fermentación aeróbica: La materia orgánica es descompuesta por bacterias en presencia de oxígeno para producir dióxido de carbono agua y varios componentes según la siguiente reacción:



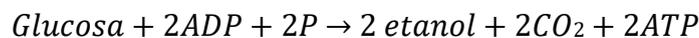


Donde *MO* es materia orgánica, *m.o* son microorganismos y *E* energía calorífica. De esta manera sucede el desarrollo de microorganismos y la obtención de los compuestos deseados, según Aguilera (Reyes, 2017).

Fermentación anaeróbica: La materia orgánica se descomponen en ausencia de oxígeno con la ayuda de bacterias produce el famoso biogás, una mezcla de muchos componentes diferentes, siendo el más común el metano, asimismo encontrando diferentes cantidades de elementos: CO₂, NH₃, etc. (Reyes, 2017).

Existen dos tipos de fermentaciones: alcohólicas y lácticas.

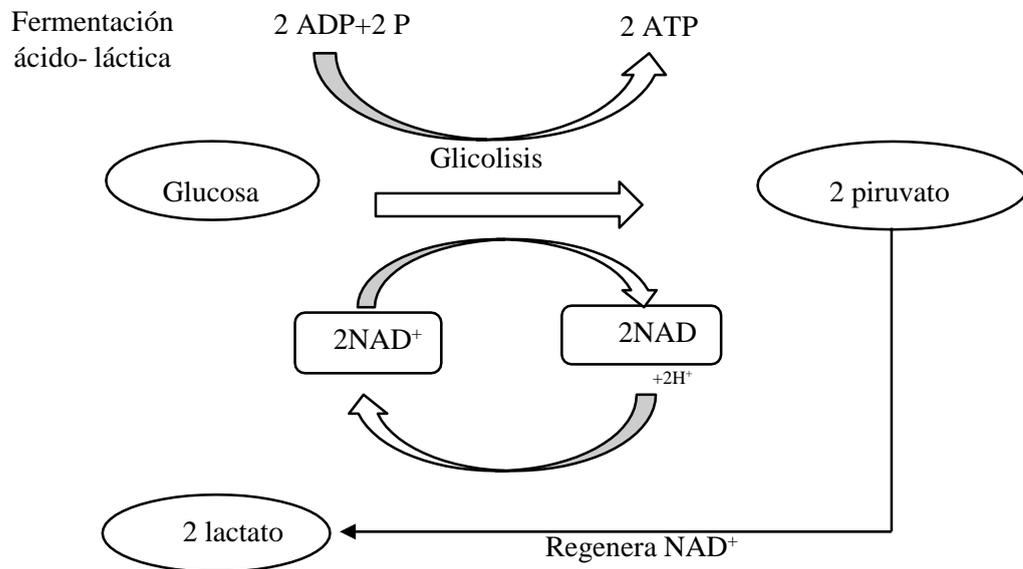
La fermentación alcohólica es muy importante a nivel industrial, la producción de alcohol presente en bebidas fermentadas, se da gracias a la presencia de *saccharomyces* (Levadura). El piruvato se reduce, dando lugar a la formación de etanol y CO₂, como indica en la ecuación general en ausencia de oxígeno.



La fermentación del ácido láctico se logra mediante una reacción catalizada por el lactato deshidrogenasa asociada a la acidosis láctica unida al dinucleótido de nicotinamida y adenina (NAD), que fermenta y convierte la glucosa y otras hexosas en ácido láctico en condiciones anaeróbicas, acompañada de la presencia de muchos microorganismos. En esta reacción, el piruvato se reduce a lactato y no se produce gas. La ventaja generada es de 2 moléculas de adenosíntrifosfato (ATP) por hexosa. Esto se debe a que la formación de hexodifosfato a partir de glucosa consume dos ATP, lo que da como resultado la producción de cuatro ATP. La figura 1 se muestra que el glucólisis produce dos moléculas de piruvato a partir de una molécula de glucosa. Las vías utilizadas para la asimilación de hexosas y pentosas a lactato son las vías de Embden-Meyerhof (EMP) y la de pentosa fosfocetolasa (PK) (Orozco, 2011)

Figura 1

Producción del ácido láctico



Nota: Molina y Reyes, (2021).

1.3. Revisión sistemática

Una revisión sistemática (RS) es un método de investigación, en la que se recopila información y se realiza un análisis retrospectivo, basado en criterio de elegibilidad con un procedimiento metodológico establecido, que permite la selección con un estándar de referencia (Hutton et al., 2016). Las RS contienen un breve resumen de la mejor evidencia de la investigación científica realizada por distintos investigadores basándose en un determinado tema (Urrútia y Bonfill, 2010).

Reyes, (2017) indica que existen dos tipos de revisiones sistemáticas, la cualitativa y cuantitativa. La primera presenta evidencias de forma descriptiva, aunque se puede utilizarla estadística para explicar los hallazgos, a diferencia de la RS cuantitativa también llamada metaanálisis utiliza necesariamente técnicas estadísticas que combinan los datos frente a un estimulador puntual.

Para realizar una RS, la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), se emplearon “informes preferidos de elementos para revisión sistemática” es más conveniente. La declaración PRISMA consiste en una lista de comprobación estructurada, fue publicado en Julio del 2009 con la objetivo de ayudar a los investigadores a mejorar las publicaciones de revisión ya sea de tipo sistemática o de

metaanálisis, de manera planificada e íntegra (Díaz et al., 2022). La declaración PRISMA, no solo se limitan a revisiones de ensayos clínicos y ciencias de la salud, sino que también permite ser utilizado en otros tipos de estudio (Urrútia y Bonfill, 2010) como en la tecnología de alimentos en este caso.

El método PRISMA consta de un registro de verificación (27 ítems) y un proceso de elaboración de directrices que brindan una metodología de revisión sistemática que incluye terminología, formulación de preguntas de investigación, identificación de los estudios, extracción de datos, calidad del estudio y la mitigación de riesgos de trabajos parcialmente duplicados (Urrútia y Bonfill, 2010).



II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Recopilar información y determinar el efecto de las condiciones de fermentación en la composición química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas.

2.2. Objetivo específico

- Seleccionar información de bebidas kefirada obtenidas por fermentación de diferentes sustratos con gránulos de kéfir, liofilizado y/o biomasa liberada de revistas científicas y tesis doctorales publicadas en los últimos 20 años.

- Determinar la influencia de las condiciones de fermentación (sustrato, entidad fermentativa, tipo y tiempo de fermentación) en la composición microbiológica, química y volátil global de bebidas kefiradas, mediante análisis con el Modelo Lineal General Univariante (MLGU).

- Comparar la composición microbiológica, química y volátil de las diferentes bebidas descritas en la bibliografía, utilizando como método estadístico la clasificación multivariante (formación de Clusters).



III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Población y muestra

3.1.1. Población

Conformada por investigaciones experimentales que contenían las condiciones de fermentación para la obtención de una bebida kefirada y la caracterización que incluye la composición química y/o microbiológica y/o volátil.

3.1.2. Muestra

Estuvo conformada por artículos científicos experimentales y tesis doctoral, publicadas en los últimos 20 años (2002 - 2022) en fuentes confiables, que contenían las condiciones de fermentación como son: tipo de sustrato, entidad fermentativa, tiempo y tipo (agitada y/o estática) de fermentación para la obtención de una bebida kefirada y a su vez la caracterización total o parcial en cuanto a la composición química, microbiológica y volátil.

3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Investigaciones científicas publicadas en los últimos 20 años, desde 2002 hasta 2022.
- Los artículos provienen de fuentes confiables como Scopus, Elsevier, Google académico, web of science y Repositorio de la Universidad de Vigo.
- Artículos científicos y tesis doctoral de tipo experimental.
- Investigaciones científicas redactadas en el idioma inglés o español.
- Artículos y tesis doctorales que contengan todas las condiciones de fermentación indicadas como variables independientes y al menos una de la caracterización (química, microbiológica y volátil) de la bebida kefirada.
- Todo tipo de sustrato (lácteo, frutal, vegetal, agua azucarada, etc).



- Artículos con IMRD (Introducción, material- métodos, resultados y discusión).

-

Criterios de exclusión

- Publicación fuera del rango de año establecido.
- Artículos de revisión, ponencias, publicaciones en periódicos, tesis de pre grado y maestría.
- Investigaciones científicas redactadas en chino y portugués.
- Artículos que no contenían la caracterización completa de la bebida kefirada en cuanto a su composición química, microbiológica y volátil.
- Artículos que no especificaba las condiciones de fermentación de la bebida kefirada.
- Artículos IRMD (Introducción, Material- Métodos, Resultados y Discusión) incompleto.

3.2. Método e instrumentos de recopilación de datos

La presente investigación fue de tipo descriptiva que consistió en una revisión sistemática, empleando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis), basado en la búsqueda y recopilación de información de fuentes primarias como artículos científicos y tesis doctoral, perteneciente a una base de datos confiable, de una revistas indexadas, bases de datos académicas o repositorios de las universidades internacionales, presentando una correcta estructura y variables de estudio teniendo en cuenta las condiciones de fermentación y la caracterización de las bebidas kefiradas.

Las fuentes de información que se consultaron fueron Scopus, Elsevier, Google académico, web of science y Repositorio de la Universidad de Vigo. Las búsquedas electrónicas se realizaron entre la fecha del 15 de octubre del 2021 al 20 de febrerodel 2022. Recolectando un total de 713 investigaciones científicas experimentales, sin embargo, solo fueron seleccionados 29 artículos en total y una tesis doctoral.

3.2.1. Métodos e instrumentos de recopilación de datos

Se han utilizado técnicas de análisis de documentos o análisis de contenido, destinada a recoger datos de un soporte físico o virtual fiable y válida, aplicada a un contexto, con el propósito de ofrecer nueva información partiendo del estudio del contenido, por parte del investigador de manera sistemática y objetiva (Martínez, 2014).



Para la recopilación de información se utilizó fichas de registro de información denominados “Guías de análisis de contenido: condiciones de fermentación, composición química, microbiológica y volátil”, en el que se detallaron los artículos científicos seleccionados, considerando los criterios de inclusión y exclusión. De cada investigación se registró el autor, nombre del artículo o tesis doctoral, año de publicación, país de procedencia, base de datos, área de indización y los datos de condiciones de fermentación y caracterización.

3.2.2. Procedimiento

La estrategia de búsqueda utilizada se basó en operadores booleanos para facilitar el filtrado de información de interés para la presente investigación. Las palabras claves “fermentación de Kéfir” y “caracterización” o “composición química”, “composición microbiológica” y “composición volátil”, se desarrolló una fórmula de palabras claves en inglés para optimizar la búsqueda, como las siguientes: “Fermentation of Kefir” AND characterization”, “Fermentation of Kefir “OR” chemical composition “OR” microbiological composition “OR” volatile composition”.

La RS se realizó por medio de un diagrama de flujo prisma que permite ir disgregando la información encontrada de manera ordenada y según los criterios de inclusión y exclusión. Se procedió a los siguientes pasos:

3.2.3. Estrategias para búsqueda de información (planificación)

PRIMERO: Se ingresó a las bases de datos de Scopus, Elsevier, Google académico, web of science y Repositorio de la Universidad de Vigo, se ingresaron los términos de búsqueda “Fermentation of Kefir” AND characterization” y “Fermentation of Kefir “OR” chemical composition “OR” microbiological composition “OR” volatile composition”. Se aplicó el primer filtro delimitando los años de 2002 al 2022. Se obtuvieron como resultado 712 artículos y una tesis doctoral distribuidos en la base de datos (Scopus 61, Elsevier 41, Google académico 550, web of science 60, Repositorio de la UV 1).

SEGUNDO: En el segundo filtro se consideró los signos más para la inclusión en la formulación: Fermentation of Kefir + chemical composition, Fermentation of Kefir + microbiological composition and Fermentation of Kefir + volatile composition y la revisión manual de los artículos duplicados. Se obtuvo como resultado un total de 143 artículos y una tesis doctoral (Scopus 25, Elsevier 12, Google académico 85, web of science 21, Repositorio

de la UV 1).

TERCERO: Posteriormente se procedió a revisar de manera manual los 143 artículos y una tesis doctoral para identificar si contenían los criterios de inclusión, como las variables de estudio a investigar, mediante la lectura rápida del resumen; eliminando un total de 53 artículos debido a la ausencia de la caracterización (química, física y/o volátil) de la bebida kefirada.

CUARTO: Teniendo en cuenta los resultados de cada estrategia de búsqueda se procedió a revisar los 91 artículos para ir depurando mediante la aplicación del método PRISMA (Page et al., 2021): cribado, elegibilidad e inclusión. Es decir, se realizó un análisis sistemático a cada artículo, obteniendo 30 (29 artículos y una tesis doctoral) estudios incluidos en la síntesis cuantitativa de la RS.

QUINTO: Finalmente se desarrolló un diagrama de flujo para organizar el proceso de inclusión y exclusión a través del método PRISMA (Page et al., 2021).

Figura 2

Flujograma de la revisión sistemática formación continua.



3.2.4. Aspectos éticos

Se respetó el rigor de integridad científica a través de los siguientes criterios: La información utilizada no fue adulterada o falsificada, además se afirmó que no existió ningún conflicto de interés. Se tomaron en cuenta los estándares internacionales para citar a cada investigador, teniendo en cuenta a la Asociación Americana de Psicología (APA 7ª edición).

Asimismo, todos los resultados de las investigaciones recopiladas se realizaron poniendo en práctica la responsabilidad científica ya que se utilizaron fuentes confiables y reconocidas internacionalmente.

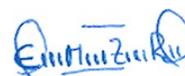
3.3. Métodos estadísticos.

Los datos recopilados se analizaron utilizando el módulo de diseño experimental del paquete de software estadístico (Statistica 12.0 para el programa informático Windows; StatSoft Inc., 2013, Tulsa, Oklahoma, EE. UU.). La influencia de las variables de fermentación en la composición química y la volátil de las bebidas de kéfir se analizará mediante un modelo lineal generalizado unidireccional (MLGU).

Las similitudes y diferencias entre las composiciones química y volátil de las diferentes bebidas se analizaron utilizando como método estadístico la clasificación multivariante para la formación de agrupaciones (Clusters). Para homogeneizar las unidades (magnitud) y variabilidad de todas las variables de las diferentes bebidas fermentadas, se transformaron en puntuaciones típicas (z_i), según la siguiente expresión:

$$z_i = \frac{y_i - \bar{y}}{sd_y}$$

Donde z_i es la puntuación z , y_i es el valor inicial de cada variable, \bar{y} es la media de todos los valores y sd_y es la desviación estándar de esa media. Con esta transformación, las variables transformadas tienen una media de 0 y una desviación estándar de 1. La distancia euclidiana se usó como medida de distancia o índice de similitud, y la agrupación de vecinos más cercanos se usó para formar grupos (similitud máxima: enlace único).



IV. RESULTADOS

Como resultado de la investigación se obtuvieron 29 artículos elegibles y una tesis doctoral, de los cuales todos fueron de carácter internacional, en cuanto al idioma 28 artículos científicos seleccionados fueron en lengua inglesa y 2 trabajos seleccionados (artículo y tesis doctoral) fueron en lengua española; todos los artículos y tesis doctoral utilizados en este estudio, fueron de naturaleza experimental.

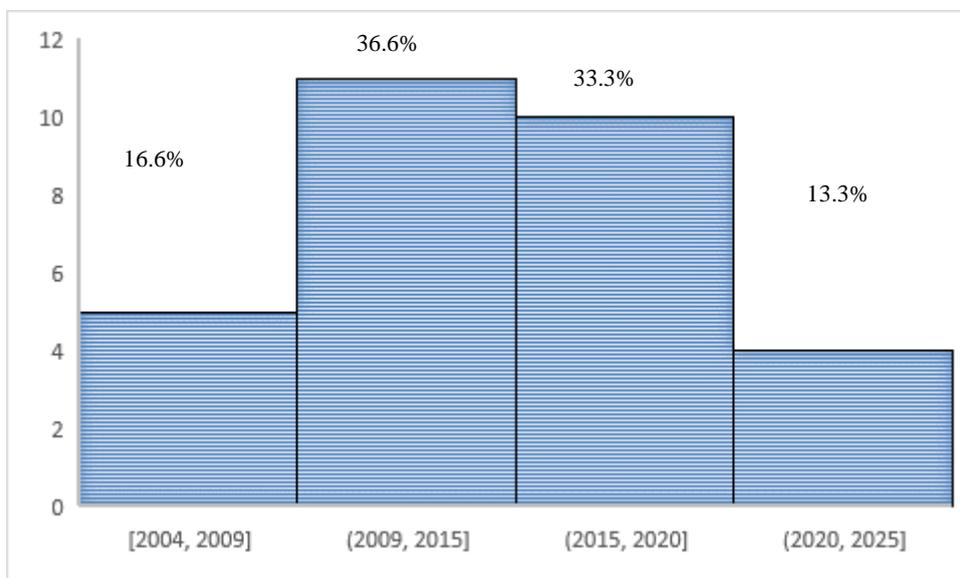
Esta revisión sistemática, recopiló 30 documentos, cuyas investigaciones experimentales emplearon diferentes tipos de sustratos, tipo de inóculo, tipo de fermentación (Batch con agitación o en estático), tiempo de fermentación para la producción de bebidas kefiradas. Se tuvieron en cuenta diferentes tipos de sustratos como frutas, vegetales, etc. Se tuvo en cuenta la composición fisicoquímica, microbiológica y volátil. La literatura recopilada se agrupó según el tipo de sustrato, en ello se puede observar frutas, vegetales, leche de vaca, leche entera UHT, leche desnatada UHT, suero de queso, suero de queso desproteinizado, suero de soya, etc, desde los años 2001 hasta el 2021 (20 años), en el año 2011 fue el boom de las investigaciones de bebidas kefiradas, pues realizaron más de 7 investigaciones, asimismo en el año 2016 hubieron 2 investigaciones que emplearon diferentes sustratos, pero la misma entidad fermentativa, tiempo de fermentación, temperatura e inoculación.

La Figura 3 proporciona un resumen más a detallado de las tendencias por año para las investigaciones seleccionadas e incluidas en este estudio y muestra que la mayor cantidad de artículos se publicaron entre el año 2009 y 2015.



Figura 3

Tendencia de investigaciones seleccionadas de bebidas kefiradas por año.

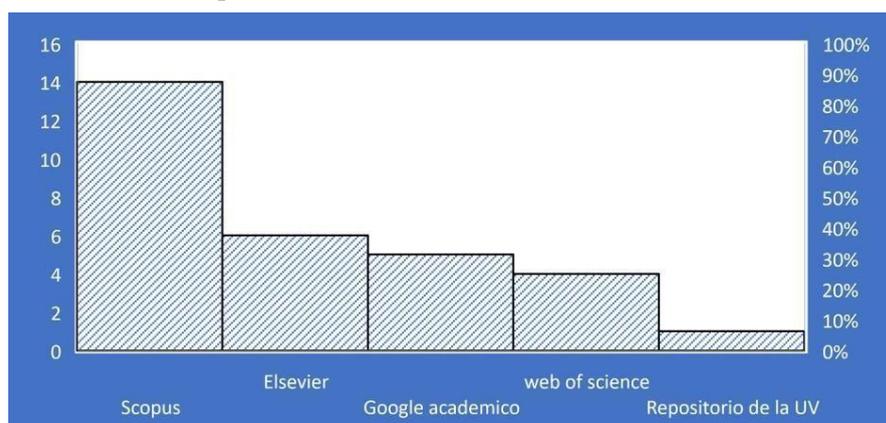


Los tipos de investigaciones que se obtuvieron mediante la revisión sistemática fueron; artículos científicos y tesis doctoral. De los cuales 29 fueron artículos científicos y 1 tesis doctoral. La Figura 3 se resume la distribución de los documentos encontrados.

La Figura 4 muestra el número de artículos científicos obtenidos por base de datos, donde indica que la base de datos *Scopus* fue la mayor consultada y que permitió seleccionar mas artículos de acuerdo con los criterios de inclusión.

Figura 4

Distribución de publicaciones de artículos seleccionados.



4.1. Efecto de las condiciones de fermentación en la composición química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas.

Con el objetivo de establecer el efecto de las variables de fermentación (tipo de sustrato, tipo de inóculo, tipo de fermentación y tiempo de incubación) sobre la estructura química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas, se decidió realizar un análisis estadístico haciendo uso el modelo lineal general.

La discusión de los resultados logrados en cada caso se muestra a continuación.

4.1.1. Efectos sobre la composición química.

El análisis estadístico de los efectos del tipo de sustrato, inóculo y fermentación y el periodo de incubación sobre la obtención de etanol, ácido acético y ácido láctico se muestra en la Tablas 3, en general, no todos los modelos logrados fueron significativos ($p < 0,05$) y con valores de R^2 relativamente altos ($> 0,930$).

El tipo de sustrato y el periodo de incubación afectaron considerablemente ($p < 0,05$) las elaboraciones de etanol y ácido láctico (Tablas 3) pero la segunda variable independiente no impactó considerablemente ($p > 0,05$) la producción de ácido acético (Tabla 3), debido a los bajos niveles de este ácido presentes en los diferentes fermentados que señala la tabla general de los anexos (Tabla 7)

Tabla 3

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácido láctico, acético y etanol

Efectos de la composición química	TS: tipo de sustrato	TI: tipo de inóculo	TF: tipo de fermentación	TINC: tiempo de incubación
Etanol	<i>Sig. $p < 0.05$</i>	<i>No Sig. $p > 0.05$</i>	<i>No Sig. $p > 0.05$</i>	<i>Sig. $p < 0.05$</i>
Ácido Acético	<i>Sig. $p < 0.05$</i>	<i>No Sig. $p > 0.05$</i>	<i>No Sig. $p > 0.05$</i>	<i>No Sig. $P > 0.05$</i>
Ácido láctico	<i>Sig. $p < 0.05$</i>	<i>No Sig. $p > 0.05$</i>	<i>No Sig. $p > 0.05$</i>	<i>Sig. $p < 0.05$</i>

Por otra parte, ni el tipo de inóculo ni el tipo de fermentación afectaron significativamente ($p > 0,05$) la composición química de las diferentes bebidas a base de kéfir (Tablas 3) debido a que son bebidas fermentadas mayoritariamente con granillos de kéfirde diferente procedencia y sin agitación (estática). Por tanto, los cambios observados en la composición química de las bebidas kefiradas dependen más del tipo de sustrato y del tiempo de fermentación.

4.1.2. Efectos sobre la composición microbiológica.

Del mismo modo que se procedió en el apartado anterior, se realizó el estudio de los impactos en las variables independientes (TS, TI, TF y TINC) sobre el crecimiento, en las bebidas kefiradas, de las tres poblaciones microbianas del gránulo de kéfir: bacterias lácticas (BAL), bacterias acéticas (BAC) y levaduras (LEV). Los resultados alcanzados se recogen en la Tabla 4, donde se puede observar que todos los modelos fueron significativos ($p < 0,05$) y con valores de R_2 relativamente altos ($> 0,956$).

Como se puede observar, el tipo de sustrato utilizado y el periodo de incubación afectaron significativamente ($p < 0,05$) las agrupaciones finales de BAL, BAC y LEV (Tabla 4). En este caso, los efectos de las variables TS y TI sobre las producciones de biomasa por las BAL, BAC y LEV se explican por el hecho de que la estructura química del sustrato y la composición microbiológica del inóculo afectan el desarrollo de las tres poblaciones microbianas de forma distinta.

Tabla 4

Impacto en el tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el aumento de la población de levaduras [LEV].

Efectos sobre la composición microbiológica.	TS: tipo de sustrato	TI: tipo de inóculo	TF: tipo de fermentación	TINC: tiempo de incubación
Población de bacterias lácticas [BAL]	Sig. $p < 0.05$	Sig. $p < 0.05$	No Sig. $p > 0.05$	No Sig. $p > 0.05$

Población de bacterias acéticas [BAC]	Sig. $p < 0.05$	Sig. $p < 0.05$	No Sig. $p > 0.05$	No Sig. $p > 0.05$
Población de levaduras [LEV]	Sig. $p < 0.05$	Sig. $p < 0.05$	No Sig. $p > 0.05$	No Sig. $p > 0.05$

Finalmente, las variables TF y TINC de la tabla 4 no influyeron significativamente ($p > 0,05$) en el crecimiento de las BAL, BAC y LEV indicando un crecimiento sostenido y similar de las tres poblaciones microbianas con independencia del tipo de fermentación y el tiempo de incubación.

4.1.3. Efectos sobre la composición volátil.

El análisis de las variables independientes (TS, TI, TF y TINC) sobre la estructura volátil de las bebidas fermentadas se llevó a cabo considerando las concentraciones totales de 6 familias de compuestos volátiles: ácidos, alcoholes, aldehídos, ésteres, compuestos aromáticos y un grupo de compuestos que por sus diversas características se han denominado “Otros”. Los resultados alcanzados se muestran en la Tabla 5. También en este caso, todos los modelos fueron significativos ($p < 0,05$) y con valores de R_2 relativamente altos ($\geq 0,970$).

Curiosamente, no se pudo cuantificar el efecto de la variable TI, al no poseer ningún grado de libertad, sobre ninguno de los vínculos en los compuestos volátiles (Tablas 5). Esto indica que la variabilidad en la agrupación de estos compuestos volátiles no fue de la entidad suficiente como para ser afectada por el tipo de inóculo.

Con respecto a la variable TS, se puede observar que produjo un efecto significativo en la productividad de ácidos orgánicos, ésteres, compuestos aromáticos y otros (Tablas 5) indicando que el tipo de sustrato también condiciona la fabricación de estos compuestos volátiles.

Tabla 5

Impacto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación en la producción de ácidos volátiles, alcoholes volátiles, aldehídos volátiles, ésteres volátiles y otros compuestos aromáticos volátiles.

Efectos sobre la composición volátil.	TS: tipo de sustrato	TI: tipo de inóculo	TF: tipo de fermentación	TINC: tiempo de incubación
Ácido volátiles	<i>Sig. p < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05	No Sig. p > 0.05	No Sig. p > 0.05
Alcoholes volátiles	No Sig. p > 0.05	No Sig. p > 0.05	No Sig. p > 0.05	<i>Sig. p < 0.05</i>
Aldehídos volátiles	No Sig. p > 0.05	No Sig. p > 0.05	No Sig. p > 0.05	<i>Sig. p < 0.05</i>
Ésteres volátiles	<i>Sig. p < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05	<i>Sig. p < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05
Compuestos aromáticos volátiles	<i>Sig. p < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05	<i>Sig. p < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05
Otros compuestos volátiles	<i>Sig. p < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05	<i>Sig. P < 0.05</i>	No Sig. p > 0.05

Además, se observó que el tiempo de incubación fue la única variable independiente con efecto significativo sobre la producción de alcoholes y aldehídos (Tabla 5), mientras que las variables TS y TF no las afectan.

Con respecto a los ésteres, compuestos aromáticos y otros (Tabla 5), se puede observar que estas producciones fueron significativamente afectadas, además de por el tipo de sustrato, por el modelo de fermentación (estática o agitada). Esto sugiere que la elaboración de estos tres compuestos volátiles también depende de la modalidad de fermentación utilizada, ya que la fermentación estática parece favorecer siempre la formación de ésteres, y en algunos casos, la de compuestos aromáticos y otros con respecto a las fermentaciones agitadas tal como se detalla en la tabla general de los anexos (Tabla 7)

4.2. Análisis de conformación de grupos o *clusters*.

Para analizar las semejanzas o diferencias entre las diferentes bebidas a base de kéfir, se optó por realizar un estudio de formación de grupos. Sin embargo, no todas las bebidas descritas en la bibliografía poseen una caracterización completa de sus composiciones química, microbiológica o volátil. Por lo tanto, para el análisis de la formación de grupos, solo se tendrán en cuenta las bebidas que se muestran en la Tabla general de los Anexos (Tabla 7), cuya caracterización es más completa.

En la Tabla 6 se muestra el historial de conglomeración o formación ordenada de las distintas agrupaciones o clúster considerando los coeficientes o índices de distancia calculados a partir de la distancia euclídea.

Tabla 6

Historial de conglomeración de las diferentes bebidas kefiradas.

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	4	5	1,327	0	0	2
2	4	6	1,383	1	0	12
3	14	15	2,035	0	0	9
4	8	11	3,021	0	0	8
5	7	10	3,573	0	0	10
6	1	2	3,632	0	0	13
7	9	12	3,770	0	0	8
8	8	9	4,017	4	7	10
9	13	14	4,188	0	3	18
10	7	8	4,732	5	8	12
11	22	26	5,103	0	0	16
12	4	7	5,340	2	10	14
13	1	3	5,556	6	0	14
14	1	4	7,266	13	12	15
15	1	19	7,778	14	0	18
16	18	22	8,105	0	11	17
17	18	21	8,609	16	0	19
18	1	13	9,032	15	9	19
19	1	18	10,620	18	17	20
20	1	24	11,952	19	0	21
21	1	16	13,764	20	0	22

22	1	20	15,084	21	0	24
23	25	27	17,819	0	0	24
24	1	25	20,912	22	23	25
25	1	17	22,200	24	0	26
26	1	23	82,274	25	0	0

En el dendograma obtenido se observa la concentración de las diferentes bebidas kefiradas considerando sus composiciones química, microbiológica y volátil previamente estandarizadas, valiéndose por método de agrupamiento el vecino más cercano (similitud máxima) y la distancia euclídea (adaptada a una escala de 0 a 25) como medida de asociación. En la Figura 5 se aprecia la formación de diferentes agrupaciones, como se describe a continuación: El primer grupo obtenido está formado por las tres bebidas lácteas (Leche entera UHT- 48 h, - 72 h y - 24 h) obtenidas por fermentación estática. En este caso se observa que la bebida obtenida a las 24 h (UHT - 24 h) se muestra como la más diferente de las otras dos (UHT-48 h y UHT-72 h).

El segundo grupo lo forman las bebidas fermentadas no lácteas (melón, tomate, pera, manzana, granada, membrillo, kiwi y fresa) obtenidas por fermentación estática con microorganismos del kéfir de agua, que se agrupan con índices de distancia mayores que aquel de las bebidas lácteas UHT - 48 h y UHT - 72 h.

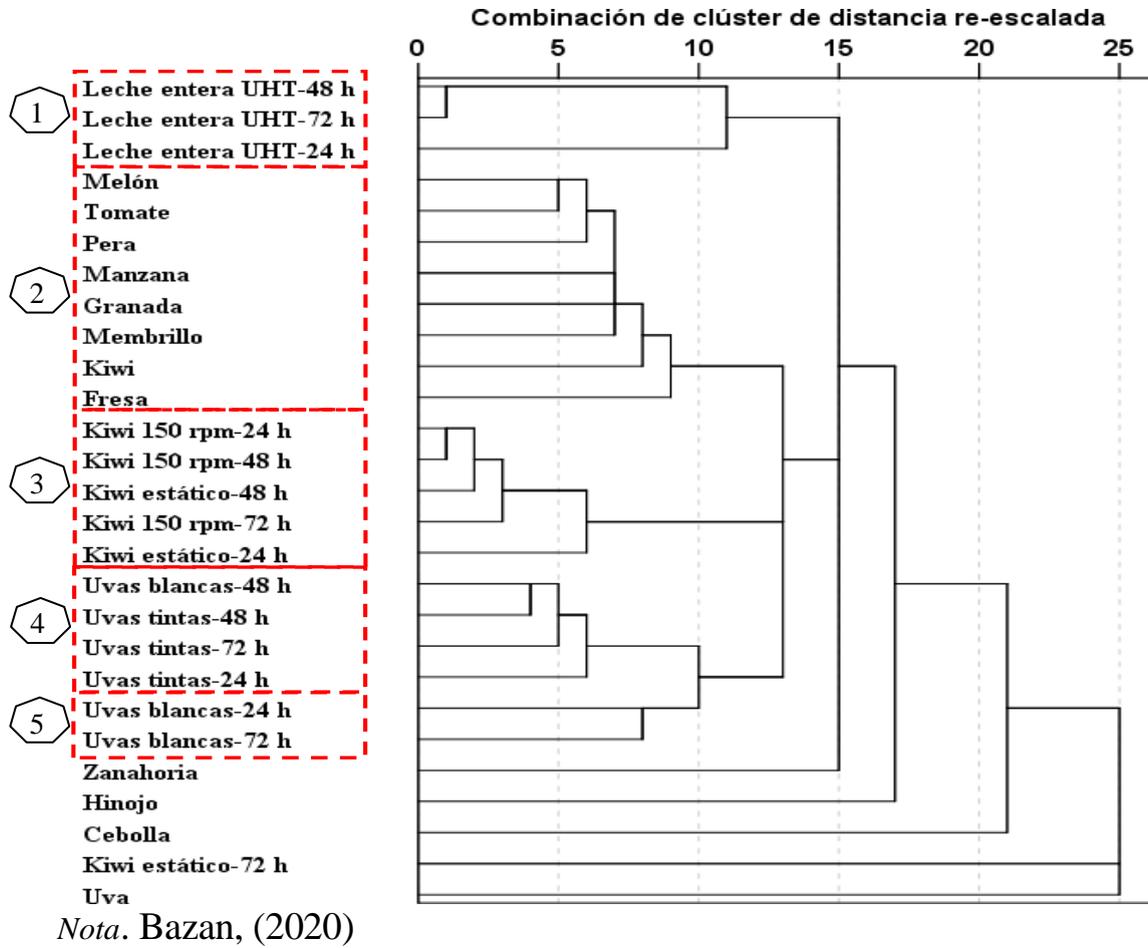
En el tercer grupo aparecen 5 fermentados de kiwi, 3 obtenidos por fermentación agitada a 150 rpm (Kiwi 150 rpm - 24 h, - 48 h y - 72 h) y dos por fermentación estática (Kiwi estático - 24 h y - 48 h).

En el cuarto clúster aparecen las bebidas de kéfir de uvas de mesa tintas (24, 48 y 72h) y un fermentado con uvas de mesa blancas (48 h). A este grupo se une el grupo 5, formado por bebidas a base de kéfir y uvas de mesa blancas (24 y 72 h) que se agrupan con un índice de distancia mayor que la agrupación (Figura 5).

Posteriormente, las bebidas de zanahoria, hinojo, cebolla, kiwi (obtenido a las 72 h por fermentación estática) y uva de vinificación, se van incorporando a las agrupaciones formadas previamente.

Figura 5

Dendrograma mostrando la asociación de las diferentes bebidas kefiradas considerando sus composiciones química, microbiológica y volátil.



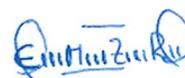
V. DISCUSIÓN

La presente revisión tuvo como objetivo recopilar información y determinar la reacción de las condiciones de fermentación en la composición físico-química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas; durante la revisión sistemática se obtuvo distintos sustratos a diversas concentraciones, por lo que estos son variantes y a su vez contrastar diferencias significativas en los resultados encontrados en sus composiciones desarrolladas. Además, se revelaron el origen de donde se recopiló la información, bases de datos de artículos científicos y tesis doctorales.

5.1. Condiciones de fermentación

En la revisión sistemática se identificaron condiciones de fermentación para la elaboración de bebidas kefiradas, como el sustrato, tiempo, temperatura, relación inóculo. Corona et al., (2016) en su investigación trabajaron con vegetales mientras que Randazzo et al., (2016) con frutas como sustrato, ambos fermentaron estáticamente con kéfir liofilizado durante 48 horas a 25 °C e inocularon al 4 % v/v; a diferencia de Sabokbar y Khodaiyan, (2015) trabajaron con concentrado de jugo de granada más suero de leche, durante 32 horas a temperaturas de 19 y 25 °C, fermentado estáticamente con gránulos de kéfir de leche, inoculando al 5 y 8 % (p/v). Además, Sabokbar et al., (2015) trabajaron concentrado de jugo de manzana y suero de leche (pasteurizado) fermentado de manera estática con gránulos de kéfir de leche durante 48 horas a 20, 25 y 30 °C e inoculado al 5 y 8 % p/v.

Bazan, (2020) fermento zumo de kiwi sin centrifugar, zumo de uvas blancas, zumo de uvas tintas y leche entera UHT con gránulos de kéfir de leche por un periodo de 24, 48, 72 horas a 25 °C en condiciones estática / sub cultivos y 150 rpm a diferencia de Paredes et al. (2021) fermentaron jugo de frutas (extracto de manzana (70 %), zanahoria (12 %), remolacha (9 %) y fresa (9 %)) con gránulos de kéfir de agua inoculado al 1, 2, 3 y 4 % p/v por 24, 48,



72 horas a 25 °C en condiciones estáticas.

Puerari et al., (2012) fermentaron pulpa de cacao con granos de kéfir brasileño, inoculado a 25.5 gr/mL, por un periodo de 48 y 72 horas, en condiciones estáticas a temperatura de 10 y 25 °C.

López et al., (2017) trabajaron con agua de piña azucarada como sustrato, fermentaron estáticamente con kéfir de agua durante 24, 28 y 53 horas al 5 % p/v, mientras que, K. T. Magalhães et al., (2010) empleó como sustrato solución azucarada (5% azúcar y agua destilada) fermentando estáticamente con kéfir de agua, durante 24 horas a 25 °C, inoculando al 11.1 % p/v, a diferencia de (Alves et al., 2021) el sustrato empleado fue azúcar de coco, inulina y goma de xantano, fermentado estáticamente con kéfir de agua durante 24 horas a 25 °C e inoculado al 5 % (p/p). Grønnevik et al., (2011) trabajaron con leche de vaca fermentaron estáticamente con granos de kéfir de leche, durante 20 horas a 20 y 22 °C, inoculando 0.2 % (v / v).

Atalar, (2019) en su investigación fermentar leche de vaca y leche de avellana a diferentes concentraciones con kéfir de leche liofilizado e inoculado al 5 % (p/v), en condiciones estáticas durante 20 horas a 25 °C. A diferencia de Jiang y Bensmira, (2011) trabajaron con leche de maní y leche desnatada en polvo, fermentando estáticamente con kéfir liofilizado e inoculado al 3 % v/v durante 24 horas a 25 °C.

Assumpção et al., (2016) trabajaron con leche, extracto hidrolizado de soja, calostro (bovino) y miel (HKB), fermentaron estáticamente con kéfir tibetano (kéfir de leche) inoculando al 5y 10 % p/v respectivamente, durante 24 horas a 30 °C. Leite et al., (2013) fermentaron lechedesnatada UHT con gránulos de kéfir de leche al 3 % p/v en condiciones estáticas por 24 horas a 25 °C, mientras que Garofalo et al., (2020) fermentaron con gránulo de kéfir de lechey kéfir de leche liofilizado el mismo inóculo y periodo de tiempo a 22°C, con leche entera UHT al 10 % (p/v) en estático y retroceso (backslapping).

Irigoyen et al., (2005) fermentaron con leche UHT al 1 % y 5 % (p/p) con gránulos de kéfir de leche en condición anaeróbica por 24 horas a 25 °C. Kakisu et al., (2011) fermentaron leche de vaca parcialmente desnatada UHT con dos tipos de bacterias ácido lácticas, *Lactobacillus plantarum* (CIDCA 83114) y *Streptococcus thermophilus* (CIDCA 321) inoculadas al 108 y 107 CFU respectivamente; y un segundo cultivo conformado por *L. plantarum* (CIDCA 83114), *S. thermophilus* (CIDCA 321) y *Kluyveromyces marxianus*

(CIDCA 8154) inoculada al 108, 107 y 103 ufc respectivamente por un tiempo de fermentación de 10 horas a 37 °C.

Nambou et al., (2014) fermentaron leche desnatada reconstituida con microorganismos de ácido lácticas y levaduras aisladas del kéfir inoculadas al 10 % (p/v) en condiciones estáticas por 24 y 48 horas a 30 °C. García Fontán et al., (2006) fermentaron leche entera pasteurizada con kéfir de leche liofilizado al 0.8 % (p/v) durante 24, 48 horas a 20 y 23 °C en condiciones estáticas. Asimismo, Teixeira, Vinícius de Melo, et al., (2011) fermentaron en las mismas condiciones, el mismo sustrato y periodo de tiempo a 25 °C con gránulos de kéfir de leche (brasileño) al 11 % (v/v). A diferencia de Chen et al., (2009) fermentaron leche fresca pasteurizada con cultivo iniciador de kéfir encapsulado y gránulos de kéfir de leche al 10% (p/v) por 24, 48, 72 horas a 20 °C, en condiciones estáticas / sub cultivos.

Abdolmaleki et al., (2015) fermentaron leche pasteurizada, suero pasteurizado y leche de soya pasteurizado con bacterias de gránulos de kéfir (2 % v/v) y levadura (3 % v/v) en cada uno de los sustratos por 24 horas a 25 °C con agitación a 90 rpm.

Magalhães et al., (2011) fermentaron leche (ML), suero de queso (CW) y suero de queso desproteinizado (CDW) con gránulos de kéfir brasilero al 0.05 % (g/mL) por 48 horas a 25 °C en condiciones estáticas. Asimismo, Teixeira, Vinícius de Melo, et al., (2011) fermentaron los mismos sustratos por un tiempo de 24, 48 y 72 horas de fermentación bajo las mismas condiciones, a diferencia de Tu et al., (2019) fermentaron suero de soya con gránulos de kéfir de agua al 5 % (p/v) por 24, 48, 72, 96 y 120 horas a 25 °C en condiciones fijas.

Mazaheri Assadi et al., (2008) fermentaron suero de lácteos pasteurizada con gránulos de kéfir al 5 % (v/v) por 24 horas a 25 °C y con agitación de 90 rpm. Athanasiadis et al., (2004) obtuvieron 4 bebidas fermentadas con de suero de lácteos y suero de leche más 1 % de pasasnegras con 4 tipos de inóculos, la primera con levadura de kéfir inmovilizado en DCM al 2% (p/v) por 14 horas, en la segunda bebida utilizaron levadura de kéfir inmovilizada en gránulos de gluten al 45 % (p/v) por 22 horas, en la tercera, biomasa de kéfir 2 % (p/v) por 29 horas, en la cuarta bebida emplearon gránulos de kéfir de leche al 50 % (p/v) por 10 horas, todas las bebidas fueron incubadas a 30 °C en condiciones semi anaeróbica.

Balabanova y Panayotov, (2011) fermentaron leche, suero y suero filtrado con gránulos de kéfir de leche inoculado al 10 % p/v por 6 horas a 21 °C, en ultrasonido. Yépez et al., (2019) fermentaron leche, avena, cebada y maíz con kéfir de lácteos y kéfir de agua inoculado al 106 ufc/mL por 48 horas a 25 °C en posiciones fijas.

5.2. Efecto de la composición físico químicos

El tiempo de incubación también repercute considerablemente en la composición química de las bebidas kefiradas, ya que con un tiempo menor de 24 h el sustrato no estaría completamente fermentado, mientras que en cultivos fermentados durante 48 h se produce una sobre fermentación del sustrato que incrementa o disminuye los contenidos de etanol y láctico (Bazan, 2020). El incremento en la concentración de ambos metabolitos de la fermentación puede deberse a una mayor producción de etanol y ácido láctico puede estar relacionado con el tipo de sustrato. Así, sustratos más ácidos suelen producir una fermentación más lenta que incrementa lineal o exponencialmente los contenidos de los dos productos, mientras que los sustratos más alcalinos pueden producir una fermentación más rápida que conduce a una abrupta producción de etanol y ácido láctico y una reducción de la concentración de ambos metabolitos, debido al consumo de éstos por la microflora de los gránulos de kéfir (Agregán et al., 2021; Bazan, 2020; Corona et al., 2016; Randazzo et al., 2016).

La fermentación de sustratos a partir de distintos tipos de leches, suero lácteo, zumos de diferentes frutas y combinaciones de ellos, con diferente composición química inicial (pH, concentración y tipo de azúcares y proteínas), conduce indudablemente a la obtención de fermentados con una diferente composición química (Bazan, 2020; Corona et al., 2016; Randazzo et al., 2016).

Corona et al., (2016) en cuanto a los metabolitos de la fermentación, mayores rendimientos adquirió el etanol, principalmente en los jugos de zanahorias: 30 g/L, melones: 25.60 g/L, fresas: 23.50 g/L, tomates: 14.80 g/L y cebolla: 090 g/L, asimismo Randazzo et al., (2016) obtuvieron mayor concentración de etanol en los jugos de granada: 49.60 g/L, membrillo: 45.10 g/L, uva: 44.40 g/L, manzana: 26.70 g/L, pera: 23.10 g/L y kiwi: 10.30 g/L, los rangos de ácido acético y láctico fueron inferiores en todas las bebidas.

Bazan, (2020) el fermentado de zumo de uvas blancas inicio con un pH de 3.27, la conglomeración de etanol 10.82 g/L fue superior al ácido láctico y acético, asimismo obtuvo mayor producción de etanol en el zumo de uvas tintas: 10.17 g/L, mientras que en la leche entera UHT obtuvo un pH inicial de 4.02 y mayor concentración en el ácido láctico: 11 g/L. Los niveles de ácido cítrico en el zumo de kiwi sin centrifugar, fermentado de manera estática durante 24, 48 y 72 h alcanzaron un valor máximo de (17 g/L, 20 g/L y 21 g/L).

Sabokbar y Khodaiyan, (2015) los rangos de ácido láctico incrementaron en jugo de granada y suero de leche: 5.9 g/L obteniendo un pH inicial de 3.40 mientras que el contenido de ácido acético fue inferior al ácido láctico asimismo Sabokbar y Khodaiyan, (2015) en la bebida jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado) obtuvieron un pH inicial de 3.38 y un incremento de ácido láctico de 6.30 g/L.

5.3. Efecto sobre la composición microbiológica

Según se ha reportado, los niveles de pH en torno a 3,5 suelen favorecer el crecimiento de las levaduras, mientras que los niveles de pH en torno a 6,0 favorecen el crecimiento de las BAL y BAC (Bazan, 2020). Por otra parte, la concentración y tipo de la fuente de carbono tiene también implicación en la multiplicación de la microflora del gránulo de kéfir, debido que las BAL y las BAC consumen preferentemente la glucosa y fructosa presente en los sustratos no lácteos, además de la lactosa presente en los sustratos lácteos (Bazan, 2020). Sin embargo, no todas las levaduras del gránulo de kéfir son capaces de fermentar la lactosa, por ejemplo, *Torulasporea delbruekii* y *S. cerevisiae* no asimilan bien la lactosa, pero sí el binomio láctico-acético producido por las BAL y las BAC (Cheirsilp et al., 2003a; 2003b; 2011; Tada et al., 2007; Agregán et al., 2021).

Además, el tipo de inóculo condiciona la composición microbiológica de las bebidas kefiradas, ya que las poblaciones microbianas finales en cada fermentado tendrán una relación directa con la concentración y tipo de microorganismos presentes en la entidad microbiana utilizada para fermentar los diferentes sustratos (Bazan, 2020; Corona et al., 2016; Randazzo et al., 2016).

Corona et al., (2016) evaluaron la producción de bebidas de kéfir empleando jugo de zanahoria, hinojo, melón, cebolla, fresa y tomate, haciendo usos del mismo acondicionamiento microbiano, kéfir comercial de agua utilizada por Randazzo et al., (2016)

incubaron estáticamente a 25 °C por un periodo de 48 horas. Los resultados mostraron que en el jugo de melón determinaron mayor propagación de BAL y levadura (Corona et al., 2016). Asimismo, mostraron que las BAL se propagaron con mayor intensidad en el jugo de pera y levaduras en el jugo de granada (Randazzo et al., 2016).

Sabokbar y Khodaiyan, (2015) ensayaron la producción de bebidas kefiradas a partir de jugo de granada más suero de leche utilizando la misma preparación microbiana de kéfir de leche empleada por Sabokbar et al. (2015) incubando de manera estática durante 32 y 48 horas a diferentes temperaturas (18, 19, 20, 25, 30, 32 °C). Determinando mayor propagación de BAL y levaduras en el jugo de granada más suero de leche incubado a 25 °C durante 32 h, (Sabokbar y Khodaiyan, 2015) en comparación del jugo de manzana más suero de leche incubada durante 48 horas a la misma temperatura determinaron mayor propagación de BAL y levaduras (Sabokbar et al., 2015).

Garofalo et al., (2020) ensayaron bebidas kefiradas a partir de leche ultrapasteurizada UHT con gránulos de kéfir de leche y kéfir de leche liofilizado, en cultivos estáticos y retroceso a 22 °C durante 24 h. La bebida incubada con kéfir de leche liofilizada con cultivo en retroceso obtuvo mayor crecimiento de BAL y BAC, por lo tanto, en levaduras fueron significativamente bajas a comparación de las bebidas incubadas con kéfir de leche en cultivos estáticos.

5.4. Análisis de composición volátil

Corona et al., (2016) indicaron que la cantidad de compuestos volátiles aumentó durante la fermentación en todas las bebidas, teniendo en cuenta, la producción de ésteres, principalmente en fresas: 26.976 mg/L y melones: 13.389 mg/L. La concentración de alcoholes aumentó en melón: 3.932 mg/L, tomate: 3.682 mg/L y fresa 3.290 mg/L, mientras que en aldehídos disminuyó.

Randazzo et al. (2016) los compuestos orgánicos volátiles incrementaron con la fermentación en todas las bebidas, en particular, la producción de ésteres en uvas: 106.371 mg/L, la concentración de alcoholes aumento en todas las bebidas, pero en la de aldehídos disminuyó.



Bazan, (2020) observó que la concentración de ésteres incremento en zumo de kiwi sin centrifugar: 10.88 mg/L a las 24 h, asimismo determinó mayor concentración en compuestos aromáticos, principalmente en zumo de uvas blancas a 72 h: 6.26 mg/L. Grønnevik et al., (2011) la concentración de compuestos orgánicos volátiles durante la fermentación se dio en la leche de vaca obteniendo mayor incremento en ésteres: 750 mg/L, asimismo Assumpção et al., (2016) la concentración de aldehídos aumento en miel: 74.8 umol/L de etanol.

Garofalo et al., (2020) mostró que el número de compuestos volátiles se incrementaron con la fermentación en todas las bebidas, principalmente, la producción de alcoholes en leche entera UHT: 48.8 % de área relativa, mientras que en la misma se registró un aumento significativo de ácidos. Teixeira et al., (2011) determinaron mayor aumento de compuestos volátiles en la fermentación de todas las bebidas, en particular, la creación de alcoholes en suero de queso 43 mg/L a diferencia de Magalhães et al., (2011) la concentración de alcoholes incremento en todas las bebidas, mientras que la de aldehídos disminuyó.

Tu et al., (2019) evaluó los compuestos orgánicos volátiles, indicando que incrementaron en leche de soya fermentada a 48 h, registrando mayor aumento en ésteres y alcoholes. Athanasiadis et al., (2004) determinaron mayor incremento de ésteres en suero de leche más 1 % de pasas negras: 24 mg/L, asimismo la conglomeración de alcoholes aumentó en la bebida, mientras que la de aldehídos disminuyó.

Todos estos resultados muestran que la composiciones química, microbiológica y volátil de las diferentes bebidas kefiradas presentan importantes diferencias debido a la diferente composición química de los sustratos (lactosados o glucosados, pHs ácidos o alcalinos), la diferente composición (granillos de kéfir de leche o agua, microorganismos aislados de gránulos de kéfir de agua o leche) y procedencia (Brasil, España, Tíbet) de los inóculos utilizados, así como la metodología de la fermentación (estática, con agitación, etc.) y los diferentes tiempos de incubación utilizados: 24, 48 y 72 h (Bazan, 2020; Randazzo et al., 2016).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La presente revisión seleccionó 29 artículos y una tesis doctoral, mediante el método de revisión sistemática; para la búsqueda se consideraron palabras claves “fermentación de Kéfir” y “caracterización” o “composición química”, “composición microbiológica” y “composición volátil”, se desarrolló una fórmula de palabras claves en inglés para optimizar la búsqueda, como las siguientes: “Fermentation of Kefir” AND characterization”, “Fermentation of Kefir OR chemical composition OR microbiological composition OR volatile composition”, considerando que como punto desde el inicio de la búsqueda se emplearon base de datos de fuentes confiables (Scopus, Elsevier, Google académico, web of science, Repositorio de la UV, etc.), publicados a nivel estatal e internacional en dos lenguajes (inglés y castellano) desde el año 2001 hasta el año 2021.
- Los 30 trabajos de investigación seleccionados en la RS, han mostrado las condiciones de fermentación en la estructura química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas, se concluye que en los estudios empleados la mayoría de autores trabajaron con fermentaciones estáticas obteniendo diversos resultados esto se debe a los diferentes sustratos empleados, el tiempo y temperatura de incubación. Por ende, la productividad de bebidas kefiradas es una alternativa muy importante porque facilita el uso de diferentes frutas, asimismo tienen propiedades beneficiosas para la salud del consumidor (personas intolerantes a la lactosa, vegetarianos etc).
- La composiciones química, microbiológica y volátil de diversas bebidas kefiradas presentaron diferencias significativas, debido a diversa composición química de los sustratos, diferente composición y procedencia de los inóculos utilizados, así como la metodología de la fermentación y los diferentes tiempos de incubación utilizados.



- En el análisis de formación de grupos (formación de *clusters*) se obtuvieron 5 grupos principales con características propias en cuanto al tipo de sustrato y fermentación estática y/ o con microorganismos del kéfir de agua; o por fermentación agitada a 150.

RECOMENDACIONES

- A los investigadores interesados en realizar revisiones sistemáticas de bibliografías, considerar estudios de bases de datos confiables como Scopus, Elsevier, Google académico, Web of Science, Repositorio de la UV. Asimismo, para tener una búsqueda rápida se debe considerar palabras claves, ello permitirá seleccionar información relevante, para la selección se debe tener en cuenta el resumen, la metodología empleada, resultados y conclusiones.
- Teniendo en cuenta la información obtenida, sobre los beneficios que aporta el kéfir en diferentes bebidas y el valor agregado que se les da a las frutas que tienen poco acogida en el mercado, se sugiere a los estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias realizar tesis experimentales empleando kéfir como entidad fermentativa y aprovechando la materia prima de la zona.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdolmaleki, F., Mazaheri, M., y Akbarirad, H. (2015). Assessment of beverages made from milk, soya milk and whey using Iranian kefir starter culture. *International Journal of Dairy Technology*, 68(3), 441-447. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12197>
- Agregán, R., Alonso, E., Mejuto, J. C., y Pérez, N. (2021). Production of a potentially probiotic product for animal feed and evaluation of some of its probiotic properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(18), 1-21. <https://doi.org/10.3390/ijms221810004>
- Alves, V., Scapini, T., Camargo, A., Bonatto, C., Stefanski, F., Pompeu de Jesus, E., Tech Diniz, L., Bertan, L., Maldonado, R., y Treichel, H. (2021). Development of fermented beverage with water kefir in water-soluble coconut extract (*Cocos nucifera* L.) with inulin addition. *LWT*, 145, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111364>
- Assumpção, F., Vinícius, G., Thomaz, V., Medeiros, A., Kumar, S., y Ricardo, C. (2016). Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey. *LWT*, 68, 690-697. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.003>
- Atalar, I. (2019). Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *LWT*, 107, 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.013>
- Athanasiadis, I., Paraskevopoulou, A., Blekas, G., y Kiosseoglou, V. (2004). Development of a novel whey beverage by fermentation with kefir granules. Effect of various treatments. *Biotechnology Progress*, 20(4), 1091-1095. <https://doi.org/10.1021/bp0343458>
- Balabanova, T., y Panayotov, P. (2011). Obtaining functional fermented beverages by using the kefir grains. *Procedia Food Science*, 1, 1653-1659. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.244>
- Bazan, D. L. (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., Garrote, G. L., y Abraham, A. G. (2020). Kefir y los Alimentos fermentados artesanales. *Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura*, 1, 273-306. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/120178>

- Bolaños, V. V. (2014). *Elaboración de dos bebidas, fermentadas con gránulos de kéfir en agua y leche, para corroborar si son bebidas probióticas según la norma INEN 2395- 2011*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7976>
- Cheirsilp, B., Shimizu, H., Shioya, S. (2003a) Producción mejorada de kefiran de *Lactobacillus kefiranofaciens* por cultivo mixto con *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Biotecnología.*, 100, 43–53.
- Cheirsilp, B., Shoji, H., Shimizu, H., Shioya, S. (2003b) Interacciones entre *Lactobacillus kefiranofaciens* y *Saccharomyces cerevisiae* en cultivos mixtos para la producción de kéfir. *J. Biosci. Bioeng.*, 96, 279–284.
- Cheirsilp, B., y Radchabut, S. (2011) Uso de lactosa de suero de la industria láctea para la producción económica de kéfir por *Lactobacillus kefiranofaciens* en cultivos mixtos con levaduras. *Nueva Biotecnología.* 28, 574–580.
- Chen, T. H., Wang, S. Y., Chen, K. N., Liu, J. R., y Chen, M. J. (2009). Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3002-3013. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1669>
- Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., Moschetti, G., y Settanni, L. (2016). Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *LWT*, 66, 572-581. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.014>
- Corzo, N., Alonso, J. L., Azpiroz, F., Calvo, M. A., Cirici, M., Leis, R., Lombó, F., Mateos-Aparicio, I., Plou, F. J., Ruas-Madiedo, P., Rúperez, P., Redondo-Cuenca, A., Sanz, M. L., y Clemente, A. (2015). Prebióticos; Concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutricion Hospitalaria*, 31(1), 99-118. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup1.8715>
- Díaz, Í., Pino, F., y Menéndez, E. (2022). Revisión de publicaciones relacionadas con la Educación ambiental y la conservación del medio ambiente en Latinoamérica, aplicando la metodología PRISMA. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 9(1), 94-109. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2022V9N1.008>
- Echeverría, L. (2008). Propiedades funcionales de los microorganismos del kéfir, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- García Fontán, M., Martínez, S., Franco, I., y Carballo, J. (2006). Microbiological and chemical changes during the manufacture of Kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture. *International Dairy Journal*, 16(7), 762-767. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.07.004>

- Garofalo, C., Ferrocino, I., Reale, A., Sabbatini, R., Milanović, V., Alkić-Subašić, M., Boscaino, F., Aquilanti, L., Pasquini, M., Trombetta, M. F., Tavoletti, S., Coppola, R., Cocolin, L., Blesić, M., Sarić, Z., Clementi, F., y Osimani, A. (2020). Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile. *Food Research International*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109369>
- González, A. (2011). Kefir de agua. En O. González Alonso (Ed.): nutrición consciente (pág. 25). Valencia: Ediciones I.
- Grønnevik, H., Falstad, M., y Narvhus, J. (2011). Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, 21(9), 601-606. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.01.001>
- Hutton, B., Catalá, F., y Moher, D. (2016). ARTICLE IN PRESS G Model Artículo especial The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica*. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025>
- Iniesta, M. (2016). Innovación en producto alimentario y plan de emprendimiento. *Universidad de Sevilla. Trabajo Fin de Máster Universitario en Tecnología e Industria Alimentaria*. <https://idus.us.es/handle/11441/64387>
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., y Ibáñez, F. C. (2005). Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90(4), 613-620. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.021>
- Jiang, B., y Bensmira, M. (2011). Organic Acids Formation During the Production of a Novel Peanut-Milk Kefir Beverage. *British Journal of Dairy Sciences*, 2(1), 18-22. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=214525a151c71eb1e38fcd68ab9cc9b27b05ebf>
- Kakis, E., Irigoyen, A., Torre, P., De Antoni, G., y Abraham, A. (2011). Physicochemical, microbiological and sensory profiles of fermented milk containing probiotic strains isolated from kefir. *Journal of Dairy Research*, 78(4), 456-463. <https://doi.org/10.1017/S0022029911000653>
- Kumar, M., Yeap, S., Mohamad, N., Abdullah, J., Masarudin, J., Khalid, M., Leow, A., y Alitheen, N. (2021). Metagenomic and phytochemical analyses of kefir water and its subchronic toxicity study in BALB/c mice. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1), 2-15. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03358-3>

- Lee, M. Y., Ahn, K. S., Kwon, O. K., Kim, M. J., Kim, M. K., Lee, I. Y., Oh, S. R., y Lee, H. K. (2007). Anti-inflammatory and anti-allergic effects of kefir in a mouse asthma model. *Immunobiology*, 212(8), 647-654. <https://doi.org/10.1016/J.IMBIO.2007.05.004>
- Leite, A. M. O., Leite, D. C. A., Del Aguila, E. M., Alvares, T. S., Peixoto, R. S., Miguel, M. A. L., Silva, J. T., y Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 4149-4159. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6263>
- Liu, H., Xie, Y., Xiong, L., Dong, R., Pan, C., Teng, G., y Zhang, H. (2012). Effect and Mechanism of Cholesterol-Lowering by Kluyveromyces from Tibetan Kefir. *Advanced Materials Research*, 343-344, 1290-1298. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.343-344.1290>
- Londero, A., Abranham, A., y Garrote, G. (2012). LONDERO 2012 Tesis en PDF para UNLP final. *Facultad de Ciencias Exactas*. <https://doi.org/10.35537/10915/2776>
- López, J. ., García, S., Hernández, H., y Cornejo, M. (2017). Redalyc.ESTUDIO DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR DE AGUA DE PIÑA CON TIBICOS. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 16, 405-414. <http://rmiq.org/iqfvp/Pdfs/Vol.16, No.2/Alim1/RMIQTemplate.pdf>
- Magalhães, K. T., Pereira, G. V. M., Dias, D. R., y Schwan, R. F. (2010). Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(7), 1241-1250. <https://doi.org/10.1007/s11274-009-0294-x>
- Magalhães, K., Dragone, G., Pereira, G., Oliveira, J. M., Domingues, L., Teixeira, J., Almeida, J., y Schwan, R. (2011). Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. *Food Chemistry*, 126(1), 249-253. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.012>
- Martínez, C. (2014, junio). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. Universidad Nacional de Educación a Distancia . https://books.google.com.pe/books?id=iiTHAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Mazaheri Assadi, M., Abdolmaleki, F., y Mokarrame, R. R. (2008). Application of whey in fermented beverage production using kefir starter culture. *Nutrition and Food Science*, 38(2), 121-127. <https://doi.org/10.1108/00346650810862993>

- Molina, A., y Reyes, A. (2021). Diseño del proceso de producción de pastade chile habanero, mediante fermentación ácido láctica. *Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Moreno, A., Matar, C., Farnworth, E., y Perdigon, G. (2006). Study of cytokines involved in the prevention of a murine experimental breast cancer by kefir. *Cytokine*, 34(1-2), 1-8. <https://doi.org/10.1016/J.CYTO.2006.03.008>
- Nambou, K., Gao, C., Zhou, F., Guo, B., Ai, L., y Wu, Z. J. (2014). A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production. *International Dairy Journal*, 34(2), 237-246. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.03.012>
- Nielsen, B., Gürakan, C., y Ünlü, G. (2014). Kefir: A Multifaceted Fermented Dairy Product. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 6(3-4), 123-135. <https://doi.org/10.1007/S12602-014-9168-0/METRICS>
- Norma Técnica Andina. (2007). *Leches Fermentadas Requisitos*.
- O'Brien, K., Boeneke, C., Prinyawiwatkul, W., Lisano, J., Shackelford, D., Reeves, K., Christensen, M., Hayward, R., Ordonez, C., y Stewart, L. (2017). Short communication: Sensory analysis of a kefir product designed for active cancer survivors. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4349-4353. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12320>
- Olivo, D., Galván, M., López, G., Suárez, T., González, M., Anaya, L., y López, D. (2017). Actividad biológica y potencial terapéutico de los probióticos y el kefir del grano de kéfir. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4, 6-8. <http://reibci.org/publicados/2017/oct/2500109.pdf>
- Orozco, F. G. (2011). *Producción de ácido láctico por medio de fermentación anaerobia y su polimerización a partir de reacciones de apertura de anillo*. <http://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/1333>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. En *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Plaza, J. C. (2019). *Descripción: Proceso de elaboración del kéfir y su aplicación gastronómica*. Tesis de Pregrado. <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/oai:localhost:123456789-32166/Description#tabnav>
- Prado, M., Marcela, L., Vandenberghe, L., Rodrigues, C., Castro, G., Thomaz, V., y Socol, C. (2015). Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. En *Frontiers in Microbiology* (Vol. 6, Número OCT, pp. 1-5). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177>
- Puerari, C., Magalhães, K., y 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>
- Randazzo, W., Corona, O., Guarcello, R., Francesca, N., Germanà, M. A., Erten, H., Moschetti, G., y Settanni, L. (2016). Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. *Food Microbiology*, 54, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.10.018>
- Reyes, A. E. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. *Revista Científica de FAREM - Estelí*, 24, 60-81. <https://doi.org/10.5377/FAREM.V0I24.5552>
- Sabokbar, N., Moosavi, M., y 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>
- Sabokbar, N., y Khodaiyan, F. (2015). 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>
- Sagredo, D. (2007). El Kéfir: kéfir de agua, kéfir de leche y kéfir de té kombucha.
- Salazar, E. J., Sánchez, J. D., y Londoño, L. M. (2019). *Características y beneficios del Kéfir como probiótico: Una revisión para el mejoramiento de la salud*. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/microciencia/article/view/7407>
- Teixeira, K., Ribeiro, D., Vinicius de Melo Pereira, G., Oliveira, J. M., Domingues, L., Teixeira, J. A., Batista de Almeida, J., y Freitas, R. (2011). Chemical composition and sensory analysis of cheese whey-based beverages using kefir grains as starter culture. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(4), 871-878. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02570.x>

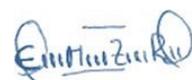
- Teixeira, K., Vinícius de Melo, G., Roberta, C., Dragone, G., y Freitas, R. (2011). Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 693-702. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000200034>
- Tu, C., Azi, F., Huang, J., Xu, X., Xing, G., y Dong, M. (2019). Quality and metagenomic evaluation of a novel functional beverage produced from soy whey using water kefir grains. *LWT*, 113, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108258>
- Urrútia, G., y Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Clinica*, 135(11), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Yépez, A., Russo, P., Spano, G., Khomenko, I., Biasioli, F., Capozzi, V., y Aznar, R. (2019). In situ riboflavin fortification of different kefir-like cereal-based beverages using selected Andean LAB strains. *Food Microbiology*, 77, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.08.008>



DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a dios por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera profesional satisfactoriamente, por la salud y guiar mis pasos día a día, a mi padre Herminio, por darme la oportunidad de estudiar, por su esfuerzo, dedicación y entera confianza, a mi madre Catalina, por el aliento en los momentos mas álgidos de mi vida universitaria como personal, gracias por su tolerancia y sabios consejos.

A todos mis hermanos que me brindaron su apoyo y me acompañaron durante todo el trayecto de mi vida universitaria, a Ester por su noble acto de apoyarme económicamente y por enseñarme a enfrentar los retos de la vida.



AGRADECIMIENTO

A mi asesora Dra. Delicia Liliana Bazán Tantalean, por su apoyo incondicional, dedicación brindada durante todo el trayecto de mi investigación, por sus sabias palabras que siempre tiene para mis tristezas, alegrías, por ser una excelente persona amiga y confidente.



ANEXOS

Tabla 7

Composición química, microbiológica y volátil de las bebidas analizadas.

N°	Título	Condiciones de fermentación					COMPOSICIÓN QUÍMICA										COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICA			COMPOSICIÓN VOLÁTIL						Autor			
		Sustrato	Entidad	Tipo de fermentación	t	T	inóculo/su trato	pH	°Bx	NUTRIENTES Azúcar Protei consu nas mida		Azucar Otros residual ácidos Residua les		METABOLITOS DE FERMENTACIÓN Etan Glice Ác. Ác. ol rol Acéti Lácti co co				BAL	BAC	Lev	Ácid	Ácoho	Aldehi	Éster os	Aromáti		Otros	MÉTO	
							g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L	g/L
1	Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable	Zanahoria	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v / v	4.1	3.3	-	-	-	-	30.0	-	1.90	4.81	8.50	nd	6.7	1.259	0.535	0.174	0.517	0.356	11.39	SPME GC-MS/1-heptanol	Corona et al., (2016)	
	Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices	Hinojo	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v / v	4.4	1.8	-	-	-	6.30	-	0.18	3.55	8.10	nd	5.5	0.445	2.783	0.019	1.571	0.742	22.76	SPME GC-MS/1-heptanol	Corona et al., (2016)		
	Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices	Melón	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v / v	4.4	3.8	-	-	-	25.6	-	0.59	4.80	9.20	nd	7.8	0.983	3.932	0.243	13.38	nd	0.109	SPME GC-MS/1-heptanol	Corona et al., (2016)		
	Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices	Cebolla	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v / v	5.0	9.1	-	-	-	0.90	-	0.03	1.24	8.50	nd	3.3	nd	0.012	1.168	0.007	nd	0.108	SPME GC-MS/1-heptanol	Corona et al., (2016)		
	Characterization of kefir-like beverages produced from	Fresa	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v / v	3.6	2.4	-	-	-	23.5	-	0.10	0.58	6.40	nd	7.7	0.942	3.290	0.306	26.97	2.546	2.500	SPME GC-MS/1-heptanol	Corona et al., (2016)		

2

Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices	Tomate	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	4.20	1.97	-	-	-	-	14.80	-	1.25	2.41	8.90	nd	7.1	0.680	3.682	0.319	6.112	0.002	0.719	SPME GC-MS/1-heptanol	Corona et al., (2016)
Desarrollo de nuevas bebidas no lácteas a partir de zumos de frutas mediterráneas fermentados con microorganismos de kéfir de agua. Microbiología de los alimentos	Manzana	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	4.40	8.70	-	-	-	-	26.70	-	0.06	0.02	7.70	nd	7.4	0.114	0.639	0.011	5.034	0.000	0.026	SPME GC-MS/1-heptanol solución	Randazzo et al., (2016)
Desarrollo de nuevas bebidas no lácteas a partir de zumos de frutas mediterráneas fermentados con microorganismos de kéfir de agua. Microbiología de los alimentos	Uva	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	3.81	8.47	-	-	-	-	44.40	-	0.16	0.02	7.90	nd	7.9	4.527	4.924	0.045	106.371	0.085	0.412	SPME GC-MS/1-heptanol solución	Randazzo et al., (2016)
Desarrollo de nuevas bebidas no lácteas a partir de zumos de frutas mediterráneas fermentados con microorganismos de kéfir de agua. Microbiología de los alimentos	Kiwi	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	3.48	9.97	-	-	-	-	10.30	-	0.11	0.13	7.60	nd	7.6	0.677	6.728	0.102	16.343	0.000	0.316	SPME GC-MS/1-heptanol solución	Randazzo et al., (2016)

Desarrollo de nuevas bebidas no lácteas a partir de zumos de frutas mediterráneas fermentados con microorganismos de kéfir de agua. Microbiología de los alimentos	Granada	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	3.89	9.37	-	-	-	-	49.60	-	0.07	0.05	7.70	nd	8	0.847	1.369	0.010	2.171	0.053	0.182	SPME GC-MS/1-heptanol solución	Randazzo et al., (2016)
Desarrollo de nuevas bebidas no lácteas a partir de zumos de frutas mediterráneas fermentados con microorganismos de kéfir de agua. Microbiología de los alimentos	Pera	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	4.11	9.67	-	-	-	-	23.10	-	0.16	1.00	8.00	nd	7.6	0.270	3.552	0.297	6.858	0.127	0.240	SPME GC-MS/1-heptanol solución	Randazzo et al., (2016)
Desarrollo de nuevas bebidas no lácteas a partir de zumos de frutas mediterráneas fermentados con microorganismos de kéfir de agua. Microbiología de los alimentos	Membrillo	Kéfir de agua liofilizado	estática	48	25	4% v/v	3.62	7.43	-	-	-	-	45.10	-	0.11	0.18	7.70	nd	7.8	1.118	4.449	0.340	19.128	0.012	0.067	SPME GC-MS/1-heptanol solución	Randazzo et al., (2016)

utilizando cepas de LAB andinas seleccionadas

										g/L	g/L		g/L	g/L					mg/L	mg/L		mg/L			
7	Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage	Leche de vaca	Kefir de agua	estática	20	20	0.2 % v/v	4.50	-	10.14	0.02	-	0.80	8	8.00	-	3.3	-	0.4	750	200				Grønnevik et al., (2011)
8	Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk	Leche de vaca	Kefir de leche liofilizado	estática	20	25	5% p/v	4.63	-	-	-	-	Ac. Cítrico (g/L)	g/L	g/L	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	Atalar, (2019)
	Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk	Leche de vaca (75) y leche de avellana (25)	Kefir de leche liofilizado	estática	20	25	5% p/v	4.64	-	-	-	-	1.54	-	0.085	7.3	9.00	-	3.2	-	-	-	-	-	Atalar, (2020)
	Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk	Leche de vaca (50) y leche de avellana (50)	Kefir de leche liofilizado	estática	20	25	5% p/v	4.72	-	-	-	-	1.51	-	0.092	6.7	8.80	-	3.8	-	-	-	-	-	Atalar, (2021)
	Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk	Leche de vaca (25) y leche de avellana (75)	Kefir de leche liofilizado	estática	20	25	5% p/v	4.77	-	-	-	-	1.49	-	0.093	6.23	8.70	-	4.4	-	-	-	-	(Sabokbar y Khodaiyan, 2015)	Atalar, (2022)
9	Characterization of pomegranate juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains	Jugo de granada y Suero Leche	Kefir de leche	estática	32	19	5% p/v	3.61	-	39.10	-	1.10	Ac. Cítrico (g/L)	g/L	g/L	-	5.25	-	-	-	-	-	-	-	Sabokbar y Khodaiyan, (2015)

grains as
starter culture

Chemical
composition
and sensory
analysis of
cheese whey-
based
beverages
using kefir
grains as
starter culture

Leche (ML)	gránulo de kefir de leche brasileiro	estática	48	25	0.05g/mL ó 5% p/v	3.9 0	-	-	-	3.00	-	12.0 0	-	1.5	6	-	-	-	-	15.66	3.38	3.77	-	-
---------------	---	----------	----	----	----------------------	----------	---	---	---	------	---	-----------	---	-----	---	---	---	---	---	-------	------	------	---	---

Teixeira
,
Ribeiro,
et al.,
(2011)

Chemical
composition
and sensory
analysis of
cheese whey-
based
beverages
using kefir
grains as
starter culture

Suero de queso (CW)	gránulo de kefir de leche brasileiro	estática	48	25	0.05g/mL ó 5% p/v	3.9 0	-	-	-	8.00	-	11.0 0	-	2.1	5.3	-	-	-	-	16.16	3.23	2.56	-	-
---------------------------	---	----------	----	----	----------------------	----------	---	---	---	------	---	-----------	---	-----	-----	---	---	---	---	-------	------	------	---	---

Teixeira
,
Ribeiro,
et al.,
(2011)

Chemical
composition
and sensory
analysis of
cheese whey-
based
beverages
using kefir
grains as
starter culture

Suero de queso desproteini zado (CDW)	gránulo de kefir de leche brasileiro	estática	48	25	0.05g/mL ó 5% p/v	3.9 0	-	-	-	10.00	-	10.0 0	-	2	5	-	-	-	-	16.2	3.12	2.75	-	-
---	---	----------	----	----	----------------------	----------	---	---	---	-------	---	-----------	---	---	---	---	---	---	---	------	------	------	---	---

Teixeira
,
Ribeiro,
et al.,
(2011)

Chemical
composition
and sensory
analysis of
cheese whey-
based
beverages
using kefir
grains as
starter culture

Leche (ML)	gránulo de kefir de leche brasileiro	estática	72	25	0.05g/mL ó 5% p/v	3.9 0	-	-	-	0.00	-	12.2 0	-	1.6	6.1	-	-	-	-	27.4	5.08	8.18	-	-
---------------	---	----------	----	----	----------------------	----------	---	---	---	------	---	-----------	---	-----	-----	---	---	---	---	------	------	------	---	---

Teixeira
,
Ribeiro,
et al.,
(2011)

Chemical
composition
and sensory
analysis of
cheese whey-
based
beverages
using kefir
grains as
starter culture

Suero de queso (CW)	gránulo de kefir de leche brasileiro	estática	72	25	0.05g/mL ó 5% p/v	3.90	-	-	-	0.00	-	12.5 0	-	1.5	6	-	-	-	-	28.31	5.98	8.27	-	-
---------------------------	---	----------	----	----	----------------------	------	---	---	---	------	---	-----------	---	-----	---	---	---	---	---	-------	------	------	---	---

Teixeira
,
Ribeiro,
et al.,
(2011)

	Chemical composition and sensory analysis of cheese whey-based beverages using kefir grains as starter culture	Suero de queso desproteinizado (CDW)	gránulo de kefir de leche brasileiro	estática	72	25	0.05g/mL 6 5% p/v	3.9 0	-	-	-	0.00	-	12.0 0	-	1.9	6.5	-	-	-	-	28.27	5.98	8.38	-	-	Teixeira, Ribeiro, et al., (2011)	
												g/L		g/L			g/L						umol/L de etanol	umol/L de etanol	umol/L de etanol			
12	Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey	Leche (CMKB)	kéfir tibetano(kefir de leche)	estática	24	30	5%p/v	3.9 0	-	-	-	25.59	-	3.54	-	-	30.4	-	-	-	-	-	nd	nd	-	nd	SPME GC-MS/etanol	Assumpção et al., (2016)
	Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey	Extracto (SMKB)	kéfir tibetano(kefir de leche)	estática	24	30	5%p/v	4.0 0	-	-	-	2.59	-	4.5	-	-	5.65	-	-	-	-	-	nd	3.3	-	nd	SPME GC-MS/etanol	Assumpção et al., (2016)
																											(Assumpção et al., 2016)	
	Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and Honey	Calostro (CKB)	kéfir tibetano(kefir de leche)	estática	24	30	5%p/v	4.3 0	-	-	-	25.09	-	1.8	-	-	13.6	-	-	-	-	-	nd	nd	-	nd	SPME GC-MS/etanol	Assumpção et al., (2016)

	Development	Miel	kéfir	estática	24	30	10%p/v	4.0			106.4	9.34		3.51	6.00				74.8	nd	11.3	SPME	Assumpção et al., (2016)		
	of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey	(HKB)	mexicano (kéfir de leche)					0			1											GC-MS/eta nol			
13	Microbiologic al and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes	Leche desnatada UHT	Gránulos de kéfir de leche (braselero)	estática	24	25	3%p/v	4.8	-	16.43	-	33.45	4.03	0.32	-	0.93	7.38	10.00	7.5	6	-	-	-	-	Leite et al., (2013)
14	Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir	Solución azucarada (5% azúcar y agua destilada)	kéfir de agua (brasileros)	estática	24	25	11%p/v	4.1	4.1	12.00	-	28	-	1.1	-	1.4	1.7	8.41	8.31	7.31	-	-	-	-	K. T. Magalhães et al., (2010)
15	Microbiologic al and chemical changes during the manufacture of Kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture	Leche entera pasteurizada	kéfir de leche liofilizado	estática	24	22	0.8g/L ó 8%p/v	4.2	-	9.00	-	40.2	-	0.05	-	-	7.6	10.00	-	10	-	-	-	-	García Fontán et al., (2006)

Barça B.

[Signature]

Emilia Zurita

16	Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	Gránulo de kéfir de leche (TK)	estática	24	22	10%p/v	g/L																% de área relati va	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)			
								3.7	4	22.60	3.40	23.9	-	-	-	-	5.79	8.75	8.98	6.31	59.4	18.7	2.0						
	Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	kéfir de leche liofilizado (BK)	retroceso(backslope ing)	24	22	10%p/v	4.3	0	17.30	0.00	29.2	-	-	-	-	1.48	9.30	9.23	5.9	52.1	22.6	-	0.3	-	14.7	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)	
	Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche (KGA)	estática	24	22	10%p/v	4.0	3	22.00	0.20	24.5	-	-	-	-	2.90	8.76	8.63	6.19	59.4	18.7	-	2.0	-	13.3	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)	

Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche (KGB)	estática	24	22	10%p/v	4.2 6	-	17.80	0.50	28.7	-	-	-	-	3.22	8.54	8.62	6.81	56.7	21.2	-	2.4	-	16.8	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)
Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche (KGC)	estática	24	22	10%p/v	3.8 9	-	22.40	2.70	24.1	-	-	-	-	4.86	8.86	8.81	6.96	43	29.6	-	6.2	-	13.8	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)
Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche (KGD)	estática	24	22	10%p/v	3.9 9	-	19.10	4.30	27.4	-	-	-	-	3.91	8.61	8.59	6.75	34.5	48.8	-	3.3	-	8.8	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)
Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile	Leche entera UHT	Gránulos de kéfir de leche (KGE)	estática	24	22	10%p/v	3.9 5	-	18.60	0.70	27.9	-	-	-	-	3.28	8.64	8.79	6.33	47.1	29.7	-	2.2	-	15.0	SPME-GC/MS	Garafalo et al., (2020)
																									++		
											%					g/L					g/L						

17

A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, St.(K1)	estática	24	30	10%p/v	4.20	-	-	-	25.0	-	0.00	-	-	8.00	7.50	-	-	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, St.(K1)	estática	48	30	10%p/v	4.00	-	-	-	22.0	-	0.00	-	-	11.00	7.76	-	-	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir. Lb, St, K. (K2)	estática	24	30	10%p/v	4.20	-	-	-	25.0	-	1.50	-	-	7.00	7.58	-	6.0	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir. Lb, St, K. (K2)	estática	48	30	10%p/v	3.90	-	-	-	18.0	-	3.00	-	-	7.00	7.39	-	6.43	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir. Lb, Lc, St, K (K3)	estática	24	30	10%p/v	4.20	-	-	-	27.0	-	1.50	-	-	7.00	7.87	-	5.7	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)

A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir. Lb, Lc, St, K (K3)	estática	48	30	10%p/v	3.90	-	-	-	25.0	-	2.15	-	-	12.00	6.63	-	6.52	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, Lb, St, Ln, K (K4)	estática	24	30	10%p/v	4.20	-	-	-	25.0	-	1.00	-	-	7.00	7.83	-	5.8	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, Lb, St, Ln, K (K4)	estática	48	30	10%p/v	3.80	-	-	-	20.0	-	1.00	-	-	12.00	7.61	-	6.44	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, St, Ln (K5)	estática	24	30	10%p/v	4.20	-	-	-	20.0	-	2.15	-	-	7.00	5.94	-	5.4	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, St, Ln (K5)	estática	48	30	10%p/v	3.90	-	-	-	18.0	-	1.00	-	-	12.00	7.57	-	6.0	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)

	A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de Kéfir Lb, Lc (K6)	estática	24	30	10% p/v	4.00	-	-	-	27.0	-	1.95	-	-	5.00	7.53	-	6.0	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
	A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de Kéfir Lb, Lc (K6)	estática	48	30	10% p/v	3.80	-	-	-	21.0	-	1.50	-	-	14.00	6.95	-	6.04	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
	A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, Lc, St, Ln (K7)	estática	24	30	10% p/v	4.40	-	-	-	27.0	-	2.20	-	-	8.00	8.50	-	5.82	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
	A novel approach of direct formulation of defined starter cultures for different kefir-like beverage production	Leche desnatada reconstituida	Cepas de kéfir Lb, Lc, St, Ln (K7)	estática	48	30	10% p/v	4.20	-	-	-	22.0	-	1.50	-	-	9.00	8.40	-	6.71	+	+	+	+	-	-	Nambou et al., (2014)
	Application of whey in fermented beverage production using kefir starter culture	Suero de leche pasteurizado (bebida 1)	gránulos de kéfir de leche	agitación	24	25	5% v/v	-	-	-	g/L 9.00	12.8	-	g/L 6.2	-	-	g/L 8.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mazaheri Assadi et al., (2008)
19	Assessment of beverages made from milk, soya milk and	Leche pasteurizada (B1)	Cepas de kefir bacterias y levadura	agitación a 90 rpm	24	25	3% v/v levadura y 2% v/v bacterias	4.40	-	-	-	9.00	-	g/L 0.048	-	-	-	8.30	-	3.3	-	-	-	-	-	-	Abdolmaleki et al., (2015)

	Development of a Novel Whey Beverage by Fermentation with Kefir Granules. Effect of Various Treatments	suero de leche	Biomasa de kefir	semi anaerobica	29	30	2% p/v	4.10	-	-	-	1.48	-	21.80	-	-	-	-	-	-	25	10	13	-	-	Athanasiadis et al., (2004)
	Development of a Novel Whey Beverage by Fermentation with Kefir Granules. Effect of Various Treatments	suero de leche + 1% de pasas negras	Gránulos de kefir de leche	semi anaerobica	10	30	2% p/v	4.10	-	-	-	1.06	-	24.50	-	-	-	-	-	-	29	18	24	-	-	Athanasiadis et al., (2004)
												g/L		g/L												
23	Development of fermented beverage with water kefir in water-soluble coconut extract (Cocos nucifera L.) with inulin additio	F3 (Extracto de coco soluble en agua 2% + inulina 3% + goma xantano 0,01% p/v)	kefir de agua	Estática	24	25	5% p/p	4.80	-	-	1.6	4.1	-	12.1	-	nd	6.80	-	-	-	-	-	-	-	-	Alves et al., (2021)
	Development of fermented beverage with water kefir in water-soluble coconut extract (Cocos nucifera L.) with inulin additio	F6 (Extracto de coco soluble en agua 10% + inulina 2% + goma de xantano 0,26% p/v).	kefir de agua	Estática	24	25	5% p/p	4.51	-	-	0.7	5.47	-	9.60	-	1.08	8.80	-	-	-	-	-	-	-	-	Alves et al., (2021)
														g/L			g/L									
24	Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains	Leche fresca pasteurizada (M)	Kefir micro encapsulado (5% de microesferas de levadura 5% de microesferas BAL)	Estática / sub cultivos	24	20	10% p/v	5.78	-	-	-	3.40	0.00	-	-	3.44	5.80	-	4.8	-	-	-	-	-	Chen et al., (2009)	

Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains	Leche fresca pasteurizada (M)	Kéfir micro encapsulado (5% de microesferas de levadura 5% de microesferas BAL)	Estática / sub cultivos	48	20	10% p/v	5.53	-	-	-	-	4.60	0.60	-	-	4.94	6.90	-	5	-	-	-	-	-	-	Chen et al., (2009)
Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains	Leche fresca pasteurizada (M)	Kéfir micro encapsulado (5% de microesferas de levadura 5% de microesferas BAL)	Estática / sub cultivos	72	20	10% p/v	5.38	-	-	-	-	4.60	0.70	-	-	5.27	7.00	-	5.5	-	-	-	-	-	-	Chen et al., (2009)
Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains	Leche fresca pasteurizada (K)	gránulos de kéfir de leche	Estática / sub cultivos	24	20	10% p/v	4.34	-	-	-	-	9.40	0.50	-	-	4.79	7.00	-	6	-	-	-	-	-	-	Chen et al., (2009)
Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains	Leche fresca pasteurizada (K)	gránulos de kéfir de leche	Estática / sub cultivos	48	20	10% p/v	4.17	-	-	-	-	9.60	4.30	-	-	5.52	8.50	-	6.5	-	-	-	-	-	-	Chen et al., (2009)
Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains	Leche fresca pasteurizada (K)	gránulos de kéfir de leche	Estática / sub cultivos	72	20	10% p/v	4.19	-	-	-	-	9.10	4.40	-	-	6.43	9.00	-	6.3	-	-	-	-	-	-	Chen et al., (2009)

		g/L																								
25	Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage	Leche entera de vaca UHT	Gránulo de kefir de leche	Estática	24	25	1% p/p	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	8.40	6	5.4	-	-	-	-	-	Irigoyen et al., (2005)	
	Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage	Leche entera de vaca UHT	Gránulo de kefir de leche	Estática	24	25	5% p/p	4.40	-	-	-	-	-	-	-	-	8.20	6.2	5.8	-	-	-	-	-	Irigoyen et al., (2005)	
		lactosa																								
		g/L																								
26	Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	20	8% p/v	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	5.81	8.71	-	5.58	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)
	Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	30	2% p/v	3.69	-	-	-	-	-	-	-	-	4.10	8.49	-	5.30	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)
	Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	25	9.24% p/v	3.38	-	-	-	-	-	-	-	-	6.30	8.76	-	5.67	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)

Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	25	5% p/v	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	6.09	8.57	-	5.57	-	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)
Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	18	5% p/v	3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	4.70	8.48	-	5.46	-	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)
Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	25	5% p/v	3.52	-	-	-	-	-	-	-	-	5.90	8.56	-	5.54	-	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)
Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	25	5% p/v	3.51	-	-	-	-	-	-	-	-	5.90	8.58	-	5.52	-	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)
Preparation and Characterization of an Apple Juice and Whey Based Novel Beverage Fermented Using Kefir Grains	Jugo de manzana con suero de leche (pasteurizado)	Gránulos de kefir de leche	Estática	48	30	8% p/v	3.54	-	-	-	-	-	-	-	-	4.90	8.76	-	5.54	-	-	-	-	-	-	Sabokbar et al., (2015)

Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	48	25	3% p/v	3.33	-	50.65	0.86	72.35	20	1.12	0.1	0.04	0.69	6.50	5.8	6.2	0.53	0.84	0.00	8.01	4.16	3.01	HS-SPME/CG-MS/3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	72	25	3% p/v	3.39	-	53.19	0.90	69.81	21	1.94	0.22	0.04	0.65	7.00	5.8	6.9	1.47	4.01	3.68	6.52	5.67	3.69	HS-SPME/CG-MS/3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kefir de leche	150 rpm	24	25	3% p/v	3.33	-	80.86	1.37	42.14	17	0.51	0.06	0.12	0.35	6.00	5.9	5.9	0.44	1.12	0.21	0.35	2.97	0.77	HS-SPME/CG-MS/3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kefir de leche	150 rpm	48	25	3% p/v	3.27	-	62.04	1.05	60.96	18	0.58	0.07	0.13	0.18	6.20	5.9	6.1	0.22	0.19	0.00	0.84	3.17	1.41	HS-SPME/CG-MS/3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de kiwi sin centrifugar	Gránulos de kefir de leche	150 rpm	72	25	3% p/v	3.31	-	67.39	1.14	55.61	18	0.65	0.15	0.11	0.18	6.80	5.9	6.9	0.20	0.99	0.00	0.59	3.29	0.98	HS-SPME/CG-MS/3 octanol	Bazan, (2020)

Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de uvas blancas	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	24	25	3% p/v	3.27	-	84.51	1.50	55.49	3.9	2.41	0.92	2.51	3.61	7.80	6	7	0.56	1.10	0.27	2.47	4.73	0.30	HS-SPME/CG-MS/ 3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de uvas blancas	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	48	25	3% p/v	3.23	-	98.34	1.71	41.66	3.1	6.98	0.94	2.91	2.78	6.30	6	7	2.83	2.33	0.19	4.68	5.62	0.35	HS-SPME/CG-MS/ 3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de uvas blancas	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	72	25	3% p/v	3.27	-	108.13	1.86	31.87	3.6	10.82	1.59	3.13	2.56	6.80	6.8	7	0.24	1.62	0.45	3.47	6.26	0.44	HS-SPME/CG-MS/ 3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de uvas tintas	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	24	25	3% p/v	3.26	-	86.80	1.57	75.20	3.5	2.80	0.62	2.18	2.87	6.90	7	7.9	1.87	3.76	0.33	2.26	5.34	0.49	HS-SPME/CG-MS/ 3 octanol	Bazan, (2020)
Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir	Zumo de uvas tintas	Gránulos de kefir de leche	Estática / sub cultivos	48	25	3% p/v	3.28	-	95.54	1.72	66.46	3	7.20	1.12	3.07	1.92	6.20	6.8	7.9	2.46	3.52	0.30	2.39	5.70	0.41	HS-SPME/CG-MS/ 3 octanol	Bazan, (2020)

A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	12	25	2% p/v	3.60	9.79	-	-	-	1.84	-	-	n.d.	0.631	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	12	25	3% p/v	3.62	10.10	-	-	-	1.83	-	-	0.0621	0.899	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	12	25	4% p/v	3.53	9.83	-	-	-	1.89	-	-	0.0854	1.480	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	24	25	1% p/v	3.70	9.93	-	-	-	2.39	-	-	n.d.	0.515	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)

A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	24	25	2% p/v	3.67	9.87	-	-	-	1.92	-	-	0.0370	1.100	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	24	25	3% p/v	3.65	8.69	-	-	-	2.24	-	-	0.0964	1.610	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	24	25	4% p/v	3.64	9.19	-	-	-	1.77	-	-	0.0983	2.042	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kefir de agua	Estática	48	25	1% p/v	3.48	3.62	-	-	-	2.53	-	-	n.d.	0.559	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)

	A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kéfir de agua	Estática	48	25	2% p/v	3.41	3.81	-	-	-	3.11	-	-	0.0607	1.094	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
	A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kéfir de agua	Estática	48	25	3% p/v	3.40	4.13	-	-	-	2.67	-	-	0.2485	2.739	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
	A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization	Jugo de Frutas (extracto de manzana (70%), zanahoria (12%), remolacha (9%) y fresa (9%))	Gránulos de kéfir de agua	Estática	48	25	4% p/v	3.39	4.06	-	-	-	2.67	-	-	0.2668	3.250	-	-	-	-	-	-	-	-	Paredes et al., (2022)
30	Obtaining functional fermented beverages by using the kefir grains	Suero de leche	Gránulos de kéfir de leche	Ultrasonido	6	21	10% p/v	3.56	-	4.20	4.00	4.2	-	-	-	g/L 0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Balabanova y Panayotov, 2011

Tabla 8

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de etanol.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, <i>F</i> : estadístico de Fischer, <i>p</i> : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [Etanol]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corregido	9072,59 ^a	44	206,19	48,320	0,000
Intersección	577,59	1	577,59	135,354	0,000
TS	2738,28	19	144,12	33,773	0,000
TI	17,07	7	2,43	0,572	0,773
TF	1,32	1	1,32	0,311	0,581
TINC	56,66	5	11,33	2,656	0,042
Error	128,01	30	4,26		
Total	14215,31	75			
Total corregido	9200,61	74			
a. $R^2 = 0,986$					

Tabla 9

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácido acético.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, <i>F</i> : estadístico de Fischer, <i>p</i> : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [Ácido acético]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corregido	73,76 ^a	46	1,60	18,188	0,000
Intersección	0,88	1	0,88	10,018	0,003
TS	21,43	19	1,12	12,798	0,000
TI	0,00	7	0,00	0,000	1,000

TF	0,01	1	0,01	0,109	0,743
TINC	0,91	6	0,15	1,724	0,140
Error	3,52	40	0,08		
Total	111,90	87			
Total corregido	77,29	86			
a. $R^2 = 0,954$					

Tabla 10

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácido láctico.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [Ácido láctico]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	1133,56 ^a	49	23,13	14,557	0,000
Intersección	127,61	1	127,61	80,300	0,000
TS	212,30	21	10,11	6,361	0,000
TI	12,59	7	1,79	1,132	0,358
TF	0,42	1	0,42	0,268	0,607
TINC	109,49	6	18,24	11,483	0,000
Error	84,22	53	1,58		
Total	2911,47	103			
Total corregido	1217,79	102			
a. $R^2 = 0,931$					

Tabla 11

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de bacterias lácticas [BAL].

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [BAL]					

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	275,08 ^a	39	7,05	28,798	0,000
Intersección	252,05	1	252,05	1029,110	0,000
TS	22,66	16	1,41	5,784	0,000
TI	7,24	8	0,90	3,698	0,003
TF	0,04	1	0,04	0,170	0,682
TINC	1,75	5	0,35	1,432	0,236
Error	9,06	37	0,24		
Total	4360,79	77			
Total corregido	284,14	76			
a. R ² = 0,968					

Tabla 12

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de bacterias acéticas [BAC].

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F: estadístico de Fischer, p: probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [BAC]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	761,15 ^a	39	19,51	436,468	0,000
Intersección	8,54	1	8,54	191,090	0,000
TS	247,43	16	15,46	345,842	0,000
TI	8,17	8	1,02	22,842	0,000
TF	0,01	1	0,01	0,335	0,566
TINC	0,03	5	0,01	0,168	0,973
Error	1,65	37	0,04		
Total	1058,53	77			
Total corregido	762,80	76			
a. R ² = 0,998					

Tabla 13

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre el crecimiento de la población de levaduras [LEV].

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, <i>F</i> : estadístico de Fischer, <i>p</i> : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [LEV]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corregido	335,26 ^a	39	8,59	20,983	0,000
Intersección	110,87	1	110,87	270,634	0,000
TS	35,07	16	2,19	5,350	0,000
TI	66,32	8	8,29	20,237	0,000
TF	0,00	1	0,00	0,004	0,949
TINC	0,97	5	0,19	0,475	0,793
Error	15,15	37	0,41		
Total	2832,47	77			
Total corregido	350,42	76			
a. $R^2 = 0,957$					

Tabla 14

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ácidos volátiles.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, <i>F</i> : estadístico de Fischer, <i>p</i> : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [Ácidos volátiles]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corregido	263,45a	27	9,75	23,087	0,000
Intersección	16,03	1	16,03	37,950	0,000
TS	21,11	16	1,32	3,123	0,014

TI	0,00	0	-	-	-
TF	1,77	1	1,77	4,191	0,057
TINC	0,214	3	0,07	0,169	0,916
Error	6,762	16	0,42		
Total	312,539	44			
Total corregido	270,212	43			
a. $R^2 = 0,975$					

Tabla 15

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de alcoholes volátiles.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: [Alcoholes volátiles]

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	6405,97 ^a	27	237,25	19,072	0,000
Intersección	1960,53	1	1960,53	157,601	0,000
TS	85,61	16	5,35	0,430	0,949
TI	0,00	0	-	-	-
TF	2,49	1	2,49	0,201	0,660
TINC	144,56	3	48,18	3,874	0,029
Error	199,03	16	12,44		
Total	10837,16	44			
Total corregido	6605,01	43			
a. $R^2 = 0,970$					

Tabla 16

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de aldehídos volátiles.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [Aldehídos volátiles]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	507,28 ^a	27	18,78	23,092	0,000
Intersección	113,80	1	113,80	139,872	0,000
TS	4,85	16	0,30	0,373	0,972
TI	0,00	0	-	-	-
TF	2,00	1	2,00	2,467	0,136
TINC	12,14	3	4,04	4,974	0,013
Error	13,01	16	0,81		
Total	708,00	44			
Total corregido	520,30	43			

a. $R^2 = 0,975$

Tabla 17

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de ésteres volátiles.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.					
Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: [Ésteres volátiles]					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	11735,17 ^a	27	434,63	121,954	0,000
Intersección	604,51	1	604,51	169,620	0,000
TS	9598,68	16	599,91	168,330	0,000
TI	0,00	0	-	-	-
TF	93,06	1	93,06	26,112	0,000
TINC	21,30	3	7,10	1,993	0,156

Error	57,02	16	3,56		
Total	15175,47	44			
Total corregido	11792,19	43			
a. $R^2 = 0,995$					

Tabla 18

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de compuestos aromáticos volátiles.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: [Compuestos aromáticos volátiles]

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	204,99 ^a	27	7,59	58,597	0,000
Intersección	0,01	1	0,01	0,047	0,831
TS	68,95	16	4,30	33,260	0,000
TI	0,00	0	-	-	-
TF	4,61	1	4,61	35,590	0,000
TINC	0,43	3	0,14	1,113	0,373
Error	2,07	16	0,13		
Total	291,66	44			
Total corregido	207,06	43			
a. $R^2 = 0,990$					

Tabla 19

Efecto del tipo de sustrato, inóculo y la modalidad de fermentación sobre la producción de otros compuestos volátiles.

SC: Suma de cuadrados, GL: grados de libertad, F : estadístico de Fischer, p : probabilidad. TS: tipo de sustrato, TI: tipo de inóculo, TF: tipo de fermentación, TINC: tiempo de incubación. Los efectos son significativos si $p < 0,05$.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: [Otros compuestos volátiles]

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	p
Modelo corregido	620,44 ^a	27	22,97	246,164	0,000
Intersección	0,05	1	0,05	578	0,458
TS	544,96	16	34,06	364,871	0,000

TI	0,00	0	-	-	-
TF	5,00	1	5,00	53,616	0,000
TINC	0,33	3	0,11	1,186	0,346
Error	1,49	16	0,09		
Total	686,33	44			
Total corregido	621,93	43			
a. $R^2 = 0,998$					

A. Bazán D.

[Signature]

Emilia Zurro

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

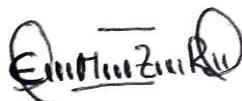
Yo, **Elsa Magali Zurita Rodríguez**, identificado con DNI N° 76808141 **Bachiller** de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que Soy Autor del Proyecto de tesis: **“Efecto de las condiciones de fermentación en la composición química, microbiológica y volátil de bebidas kefiradas”**.

1. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional
2. El Proyecto de tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Proyecto de tesis presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Proyecto de tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Proyecto de tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Proyecto de tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 07 de diciembre de 2022



Firma – Huella Digital
Elsa Magali Zurita Rodríguez

