

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
Facultad de Ciencias de la Vida y la Tecnología
Ingeniería Agroindustrial

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE ARTÍCULO CIENTÍFICO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y PROBIÓTICAS EN BEBIDAS
FERMENTADAS DE 3 FRUTAS Y 3 HORTALIZAS.**

AUTORES

GARCÍA HOLGUIN DAYANA MAILY

CONSTANTE FIERRO NEXAR OMAR

TUTOR

PhD COLOMA HUREL JOSÉ LUIS

MANTA-MANABI-ECUADOR

2025(2)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Constante Fierro Nexar Omar con C.I. 135033959 2 y García Holguin Dayana Maily con C.I. 131752364 3, declaramos por la presente que somos los autores intelectuales del trabajo de investigación titulado "CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y PROBIÓTICAS EN BEBIDAS FERMENTADAS DE 3 FRUTAS Y 3 HORTALIZAS". Confirmamos que hemos contribuido de manera significativa a la concepción, el diseño, la ejecución y la interpretación del estudio presentado. A este respecto, hemos participado activamente en la redacción del manuscrito y en su revisión crítica. En cada fase del desarrollo de este trabajo, nos hemos esforzado por asegurar la precisión y la integridad de cada parte del estudio.

Queremos enfatizar que el contenido de este estudio es original, no ha sido plagiado de ninguna otra fuente y todas las referencias utilizadas para la investigación están debidamente citadas en el documento, por tanto, nos comprometemos a mantener los principios de ética e integridad en la investigación y asumimos total responsabilidad por el contenido de este estudio.

Nexar Constante.

Constante Fierro Nexar Omar
AUTOR (A)

Maily

García Holguin Dayana Maily
AUTOR (A)

Manta, 02 de marzo del 2026

 ULOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de los estudiantes García Holguin Dayana Maily y Constante Fierro Nexar Omar, legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería Agroindustrial periodo académico 2025-2026, cumpliendo el total de 16 horas, cuyo tema del proyecto es "Características fisicoquímicas y probióticas en bebidas fermentadas de 3 frutas y 3 hortalizas".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 13 de enero del 2025.

Lo certifico,


 PhD José Luis Coloma Hurel
 Docente Tutor
 Área: Agroindustria

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas e institución que contribuyeron, de manera directa e indirecta en el desarrollo y culminación de la presente tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud, fortaleza y constancia durante todo el proceso académico, permitiéndome superar las dificultades y alcanzar este objetivo profesional. Mi profundo agradecimiento a mi tutor de tesis por su orientación, apoyo permanente y valiosos aportes académicos, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a los docentes de la carrera, por los conocimientos transmitidos a lo largo de mi formación académica, los cuales contribuyeron significativamente a la elaboración del presente trabajo. Asimismo, expresar mi gratitud a la institución y a los laboratorios donde se realizaron los análisis correspondientes, por facilitarnos los recursos, materiales y espacios necesarios para la ejecución de la investigación.

Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos, por su apoyo, colaboración y motivación durante este proceso académico.

Constante Fierro Nexar Omar

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de la manera más especial a mi mamá, por su amor, apoyo incondicional, sacrificio y constante motivación a lo largo de mi formación académica. Gracias por creer en mí, por inculcarme valores y por ser el pilar fundamental que me impulsó a seguir adelante en cada etapa de este camino. Asimismo, dedico esta tesis a mi hermano por su apoyo, comprensión, compañía y respaldo durante el todo el proceso académico.

Finalmente, dedico este trabajo a mis amigos, por su amistad, ánimos y apoyo constante, quienes contribuyeron de manera significativa a mantener la motivación y perseverancia necesarias para alcanzar este objetivo.

Constante Fierro Nexar Omar

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por la vida y la fortaleza para culminar esta etapa.

De manera especial, agradezco a mis padres y a toda mi familia, por haber depositado su fe en mí en cada etapa de este camino, por los sacrificios realizados y por su apoyo incondicional para verme llegar hasta donde hoy estoy. Este logro no solo me pertenece, sino que también es el reflejo de todo el esfuerzo, amor y confianza que me han brindado para alcanzar una meta que en algún momento parecía inimaginable.

Expreso también mi más sincero agradecimiento a mi tutor, quien aceptó acompañarnos y hacerse cargo de este proceso, compartiendo sus conocimientos, orientación y enseñanzas a lo largo de todo el desarrollo de esta investigación. Su guía fue fundamental para culminar con éxito esta importante etapa académica.

Agradezco a mis compañeros y amigos, quienes hicieron de este transcurso universitario una de las experiencias más increíbles de mi vida. Gracias por cada momento compartido, por el apoyo mutuo, y las enseñanzas. Cada uno de ustedes ha sido parte esencial de este camino y de la persona que hoy soy.

Finalmente, me agradezco a mí misma por haber creído siempre en mis capacidades, por no rendirme ante cada desafío que se presentó en el camino y por demostrarme que soy capaz de alcanzar todo aquello que me proponga.

García Holguin Dayana Maily

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado, en primer lugar, a mis padres, **Ghen René García M. y Gloria Rosario Holguin D.**, quienes han depositado su amor, esfuerzo y sacrificio en cada uno de mis pasos. A mi padre, por enseñarme a comprender las cosas buenas y malas de la vida; y a mi madre, por inculcarme la fortaleza necesaria para entender que soy capaz de enfrentar cualquier desafío y no rendirme, aun cuando el mundo parezca venirse abajo, tal como ella me lo ha demostrado con su ejemplo.

A mi abuelita, mi otra madre, **María Isabel Delgado**, a quien con cariño llamábamos “**Mami Maruja**”, por haberme enseñado el valor de ser siempre una buena persona. Gracias por inculcarme principios que hoy guían mi vida, recordándome que, aunque existan dificultades o malas acciones, nunca debo actuar de la misma manera. Espero que desde el cielo me mire orgullosa y feliz. Este logro también es para ti; un beso hasta el cielo.

A mis hermanos, **Ing. Antonella García, Anthony García y Andy García**, por acompañarme en cada etapa de mi vida, por brindarme su apoyo incondicional y por hacerme feliz incluso en aquellos momentos en los que, sin saberlo, más lo necesitaba.

A las personas que considero hermanos, **Jostin Largacha**, por su compañía sincera, por regalarme alegría en los momentos oportunos y demostrarme que la paciencia es uno de los valores más primordiales que existen; y a **Luis Alvia**, quien, sin compartir la misma sangre, ha estado presente durante varios años acompañándome en distintas etapas de mi vida, apoyándome en momentos de estrés, tristeza y también de felicidad, demostrándome que existen vínculos que trascienden y que se convierten en lazos familiares inquebrantables.

A mis tíos **Ricardo, María Teresa, Elena y Walter**, por su orgullo constante ante cada logro alcanzado y por su apoyo sincero en cada paso de mi formación.

Finalmente, y no menos importante, a mi mascota **Mili**, por ayudarme a sanar heridas que ella no causó, con su amor puro e inocente. Por recibirme siempre con alegría después de largas jornadas de trabajo y estudio, moviendo su colita y regalándome lo que para mí siempre serán sus besos más sinceros.

García Holguin Dayana Maily

Características fisicoquímicas y probióticas en bebidas fermentadas de 3 frutas y 3 hortalizas.

Physicochemical and probiotic characteristics in fermented beverages of 3 fruits and 3 vegetables.

García Holguin Dayana Maily, Constante Fierro Nexar Omar

Coloma Hurel José Luis.

*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología,
Manta, Ecuador*

Resumen: El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características fisicoquímicas y probióticas en bebidas de tres frutas (piña, papaya y uva) y tres hortalizas (repollo, zanahoria y remolacha) sometidas a fermentación espontánea. La investigación se la realizó bajo un diseño experimental bifactorial completamente al azar considerando como factor A la matriz vegetal y factor B el tiempo de fermentación (0,24,48,72 h), con un total de 24 tratamientos realizados por triplicado. Las variables dependientes evaluadas incluyeron pH, acidez titulable, sólidos solubles (°Brix), y el crecimiento de bacterias ácido lácticas (BAL). Los resultados de la investigación evidenciaron que la fermentación influyó significativamente en las propiedades fisicoquímicas de las bebidas, observándose una disminución progresiva del pH y de los sólidos solubles, así como el incremento de la acidez, asociados al metabolismo fermentativo de las BAL. El crecimiento bacteriano mostró un comportamiento dependiente de la matriz vegetal y del tiempo de fermentación, alcanzando recuentos superiores a 10^6 UFC/mL en las mayorías de las bebidas, niveles considerados adecuados para conferir efectos probióticos. Se concluye que las bebidas fermentadas a partir de frutas y hortalizas evaluadas presentan características fisicoquímicas estables y un adecuado potencial probiótico, lo que las posiciona como una alternativa viable para el desarrollo de bebidas funcionales no lácteas, especialmente dirigidas a consumidores con intolerancia a la lactosa o quienes siguen dietas basadas en plantas.

Palabras clave: Fermentación espontánea, bebidas funcionales, bacterias ácido lácticas, frutas y hortalizas.

Abstract: The objective of this research was to evaluate the physicochemical and probiotic characteristics of beverages of three fruits (pineapple, papaya and grapes) and three vegetables (cabbage, carrot and beetroot) subjected to spontaneous fermentation. The research was carried out under a completely randomized bifactorial experimental design, considering the plant matrix as factor A and factor B the fermentation time (0,24,48,72h), with a total of 24 treatments performed in triplicate. The dependent variables evaluated included pH, titratable acidity, soluble solids (°Brix), and the growth of lactic acid bacteria (LAB). The results of the research showed that fermentation significantly influenced the physicochemical properties of the beverages, observing a progressive decrease in pH and soluble solids, as well as an increase in acidity, associated with the fermentative metabolism of the BAL. Bacterial growth showed a behavior dependent on the plant matrix and fermentation time, reaching higher counts 10^6 UFC/mL in most beverages, levels considered adequate to confer probiotic effects. It is concluded that fermented beverages from fruits and vegetables evaluated have stable physicochemical characteristics and adequate probiotic potential, which positions them as a viable alternative for the development of functional non-dairy beverages, especially aimed at consumers with lactose intolerance or those who follow plant-based diets.

Keywords: Spontaneous fermentation, functional drinks, lactic acid bacteria, fruit and vegetables

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los alimentos naturales, nutritivos y funcionales han experimentado un gran crecimiento a nivel mundial, esto se debe a la demanda que existe por parte del consumidor, impulsada por su conciencia sobre temas de la dieta y salud. En este contexto, la Organización Mundial de la Salud resalta la importancia de una alimentación basada en frutas y hortalizas como estrategia clave para prevenir enfermedades crónicas no transmisibles, y el fortalecimiento del sistema digestivo e inmunológico (World Health Organization, 2020). Este tema ha motivado el desarrollo de nuevos productos alimentarios que, además de aportar nutrientes esenciales, incorporen elementos bioactivos con efectos funcionales.

Las frutas y hortalizas poseen altos valores nutricionales, por su contenido de vitaminas, minerales, fibra dietética y fitoquímicos como polifenoles y carotenoides. Estas se pueden consumir estando frescas o con un mínimo procesamiento, un ejemplo de estos son los jugos, los cuales mantienen una gran parte de sus propiedades nutricionales y sensoriales, facilitando su aceptación por parte del consumidor (Aune, 2017). Conviene destacar que los jugos se han posicionado como una alternativa viable para el desarrollo de bebidas funcionales, al hacer el papel de vehículos de microorganismos benéficos.

Una de las tácticas más efectivas para la elaboración de bebidas funcionales es la fermentación espontánea, un método que utiliza las bacterias ácido lácticas (BAL) que se encuentran de forma natural en las frutas y verduras. Cuando estos microorganismos se encuentran en concentraciones adecuadas, tienen un impacto positivo en la salud del consumidor, tales como la mejora de digestión, el equilibrio del microbiota intestinal y la modulación del sistema

inmunológico Marco et al., (2017) . A diferencia de la fermentación controlada mediante cultivos iniciadores, la fermentación espontánea depende de la microbiota propia de la materia prima, lo que otorga características particulares y un perfil diverso microbiano del producto.

Diversas frutas y hortalizas, como la piña (*Ananás como sus*), papaya (*Carica papaya*), uva (*Vitis vinifera*), zanahoria (*Daucus carota*), y remolacha (*Brassica oleracea*), presentan condiciones favorables para el proceso de fermentación, esto se debe a su contenido de azúcares fermentables y que su microbiota es rica en BAL. Estudios han demostrado que matrices vegetales fermentadas pueden alcanzar recuentos probióticos superiores a 10^7 UFC/ml, el cual mantiene sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales Ranadheera et al., (2018); Ruiz-Rodriguez et al., (2019).

Desde el punto de vista fisicoquímico, la fermentación láctica induce a cambios significativos en parámetros como pH, acidez y sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), los cuales intervienen en la estabilidad, la seguridad microbiológica y la vida útil del producto. La disminución de pH y el incremento de la acidez son consecuencias de la producción de ácidos orgánicos, mientras que la variación de sólidos solubles se asocia al consumo de azúcares mediante el metabolismo microbiano (Di Cagno, 2014). Estos cambios determinan la supervivencia de las bacterias probióticas durante el almacenamiento.

La curiosidad por las bebidas fermentadas está vinculada a la necesidad de proporcionar opciones no lácteas para consumidores con intolerancia a la lactosa, alérgicas a la caseína o que sigan dietas veganas. En este contexto, las bebidas fermentadas elaboradas a partir de frutas y hortalizas se presentan como una alternativa funcional efectiva, debido a que no contienen colesterol ni alérgenos derivados de lácteos, y permiten incrementar la

ingesta de probióticos más allá de las matrices de origen animal. Mäkinen et al., (2016); Tangyu et al., (2019).

A pesar de su potencial, la información sobre estos productos es limitada en los temas fisicoquímicos y probióticos relacionados a los jugos sometidos a fermentación espontánea, especialmente en matrices tropicales. Debido a esto, resalta la necesidad de evaluar de manera sistemática estos cambios y su crecimiento BAL, con el fin de garantizar de calidad, estabilidad, y funcionalidad de producto funcional.

Desde esta perspectiva, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar las características fisicoquímicas y UFC en bebidas elaboradas a partir de tres frutas y tres hortalizas sometidos a la fermentación espontánea, con el propósito de generar información científica que contribuya al desarrollo de bebidas funcionales no lácteas, seguras y beneficiosas para la salud del consumidor.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación tiene lugar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la ciudad de Manta. Las frutas y/u hortalizas fueron adquiridos en el mercado de esta ciudad. Las matrices alimentarias empleadas incluyeron tres frutas: piña (*Ananas comosus*), papaya (*Carica papaya*) y uva (*Vitis vinifera*); y tres hortalizas: repollo (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*) y remolacha (*Beta vulgaris*), escogidos por su potencial contenido natural de bacterias ácido lácticas capaces de inducir un proceso de fermentación espontánea.

Para la elaboración de las bebidas fermentadas, las frutas y vegetales fueron lavados con agua potable para eliminar impurezas superficiales sin afectar su microbiota natural. Posteriormente, se trocó y se realizó la extracción del jugo mediante licuado o exprimido, según la textura y características de cada alimento. El jugo obtenido fue colocado en frascos de

vidrio previamente esterilizados, dejándolos fermentar espontáneamente a una temperatura controlada de 28 ± 2 °C durante 72 horas. Durante este periodo, se tomaron muestras en el cual se llevaron a cabo los análisis correspondientes conforme a los tratamientos establecidos en la Tabla 1.

Diseño experimental

La presente investigación tuvo un diseño experimental bifactorial, completamente al azar. El factor A corresponde al tipo de frutas y/o vegetales con seis niveles, mientras que el factor B correspondiente el tiempo de fermentación de 28 ± 2 °C con cuatro niveles. Cada combinación de niveles de los factores A y B dió lugar a un tratamiento específico, permitiendo evaluar el tipo de fruta y/u hortaliza por cada periodo de tiempo de fermentación. El factor A correspondió al tipo de frutas y/u hortalizas con seis niveles definidos: piña (*Ananas comosus*), papaya (*Carica papaya*) y uva (*Vitis vinifera*), repollo (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

Por su parte, el Factor B representó el tiempo de fermentación, con cuatro niveles: 0 horas, 24 horas, 48 horas y 72 horas. Está combinación factorial (6×4) resultó un total de 24 tratamientos, el cual se realizó de manera triplicada, teniendo de este modo un total de 72 unidades experimentales. Las variables dependientes analizadas fueron: crecimiento BAL, pH, acidez y sólidos solubles (°Brix). Estas variables permitieron evaluar el comportamiento de los jugos por su tiempo de fermentación, para así obtener sus características fisicoquímicas y probióticas del producto.

A continuación, en la tabla 1 se muestran los tratamientos realizados con las combinaciones de las variables de estudio.

Tabla 1 Formulación de tratamientos

Trat.	Simbología	Descripción
-------	------------	-------------

T1	A1B1	Jugo de piña con 0 horas de fermentación
T2	A1B2	Jugo de piña con 24 horas de fermentación
T3	A1B3	Jugo de piña con 48 horas de fermentación
T4	A1B4	Jugo de piña con 72 horas de fermentación
T5	A2B1	Jugo de papaya con 0 horas de fermentación
T6	A2B2	Jugo de papaya con 24 horas de fermentación
T7	A2B3	Jugo de papaya con 48 horas de fermentación
T8	A2B4	Jugo de papaya con 72 horas de fermentación
T9	A3B1	Jugo de uva con 0 horas de fermentación
T10	A3B2	Jugo de uva con 24 horas de fermentación
T11	A3B3	Jugo de uva con 48 horas de fermentación
T12	A3B4	Jugo de uva con 72 horas de fermentación
T13	A4B1	Jugo de repollo con 0 horas de fermentación
T14	A4B2	Jugo de repollo con 24 horas de fermentación

T15	A4B3	Jugo de repollo con 48 horas de fermentación
T16	A4B4	Jugo de repollo con 72 horas de fermentación
T17	A5B1	Jugo de zanahoria con 0 horas de fermentación
T18	A5B2	Jugo de zanahoria con 24 horas de fermentación
T19	A5B3	Jugo de zanahoria con 48 horas de fermentación
T20	A5B4	Jugo de zanahoria con 72 horas de fermentación
T21	A6B1	Jugo de remolacha con 0 horas de fermentación
T22	A6B2	Jugo de remolacha con 24 horas de fermentación
T23	A6B3	Jugo de remolacha con 48 horas de fermentación
T24	A6B4	Jugo de remolacha con 72 horas de fermentación

Análisis fisicoquímicos

- **Crecimiento BAL**

Este análisis se evaluó mediante el método de recuento en placa, siguiendo la norma ISO 15214:1998 (International Organization for Standardization., 1998).

Se tomó 10 mL de muestra y se elaboró diluciones sucesivas de decimales en una solución salina estéril (0,85 % NaCl). Después, se inoculó 0.4 mL de las diluciones en placas con agar MRS (Man, Rogosa & Sharpe), llevando a cabo el sembrado por extensión. Las placas se

mantuvieron en incubación anaeróbica a 36 °C durante un periodo de 48 a 72 horas. Luego, se llevó a cabo el recuento de colonias viables y los datos se mostraron en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), conforme a lo descrito por Innovation Diagnostics (2003).

- **pH**

El pH se midió con un pH – metro digital (Milwaukee Mi805, Romania), para el análisis se extrajo 10 mL de la muestra. Luego para la lectura se colocó el electrodo del pH – metro digital directamente en la muestra, registrando el valor de pH obtenido, de acuerdo con los principios descritos por Hudson Robotics (2023).

- **Acidez**

Este análisis se realizó bajo el método propuesto por el American Dairy Products Institute (2023), el cual es mediante titulación, se tomó una muestra de 5 mL del jugo, el cual se colocó en un vaso de precipitación, como indicador se usó gotas de fenolftaleína y se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N hasta que aparezca el color característico (rosado) y así alcanzando el punto final.

Los resultados se expresaron como porcentaje, la fórmula utilizada fue:

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{V \times N \times 0.064 \times 100}{\text{mL de muestra}}$$

V: Volumen de hidróxido de sodio gastado

N: Normalidad de la solución de NaOH

0,064: Peso equivalente del ácido predominante

- **Sólidos solubles (°Brix)**

Los sólidos solubles se realizaron con un refractómetro manual. Se colocó una gota de jugo sobre el prisma de este, el cual estará calibrado con agua destilada, luego se realizó la lectura de °Brix. Este análisis permitió estimar la concentración de azúcares en los jugos, por lo que es útil para evaluar el grado de fermentación, conforme

a la norma ISO 2173:2003 (International Organization for Standardization., 2003).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza al 5% (Tabla 2). En caso de existir diferencia significativa entre las muestras se realizó un análisis de comparación de medidas de Tukey ($p < 0.05$). El análisis estadístico se realizó con la ayuda del software Infostat 2019.

Tabla 2 Análisis de varianza (ANOVA)

F. Variación		G.L.
Total	$(t * r - 1)$	71
Tratamientos	$(t - 1)$	23
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Factor A	$(FA - 1)$	5
Factor B	$(FB - 1)$	3
Factor A*B	$(FA * FB)$	24
Error experimental	$(t - 1)(r - 1)$	46

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento de bacterias ácido lácticas (BAL) durante la fermentación de piña (*Ananas comosus*), papaya (*Carica papaya*) y uva (*Vitis vinifera*)

Los resultados obtenidos en las bebidas fermentadas a base de frutas (piña, papaya y uva) evidencian que estas matrices son adecuadas para el crecimiento de bacterias ácido lácticas (BAL). Se observaron pequeñas diferencias debido probablemente a las características fisicoquímicas propias de cada fruta.

En el caso de jugo de piña, se observó un incremento marcado desde el tiempo inicial (0 h) hasta las 24 h de fermentación, alcanzando valores máximos cercanos a 6,91 log UFC/ml (Tabla 3). Posteriormente, se registró una ligera disminución de bacterias a las 48 y 72 h. La piña favorece una rápida proliferación microbiana en las

primeras etapas de fermentación, probablemente debido a su contenido de azúcares simples fácilmente fermentables.

La estabilización observada después de 24 h de fermentación se puede explicar por la caída del pH desde 4,13 (24 h) a 3,73 (48 h) (tabla 5) creando condiciones menos favorables para el crecimiento de BAL. Tendencias similares fueron reportadas por Aziz et al. (2023), que describieron un crecimiento máximo en tiempo iniciales de *Lactoplantibacillus plantarum* en jugo de piña, seguido de una estabilización o leve descenso, similar a lo observado en el presente estudio.

El crecimiento de BAL en jugo fermentado de papaya varió desde 3,37 (día 0) hasta 5,05 log UFC/ml (48 h) (Tabla 3). El mayor crecimiento se observó a las 48 h, luego existió una disminución leve a las 72 h. La papaya presentó una fermentación más lenta en comparación con la piña, posiblemente relacionado con el contenido de sólidos solubles y compuestos fenólicos que se presentan en esta fruta. En la investigación de Yao et al. (2024), señalaron que, durante fermentaciones prolongadas, la disminución de pH y el incremento de acidez desestabilizan el

medio y se vuelve desfavorable para la supervivencia de estas bacterias, explicando la reducción en tiempos finales, y concordando con los resultados del presente estudio.

En el jugo de uva, se evidenció un crecimiento continuo de BAL durante las 72 h de fermentación evaluadas. Su comportamiento se atribuye al elevado contenido de azúcares fermentables presentes en la uva, así como la presencia de compuestos bioactivos y nutricionales favoreciendo la adaptación microbiana. Mirmohammadi et al. (2021) reportaron resultados consistentes al fermentar uva roja con *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei*, observando un crecimiento eficiente y una gran producción láctica. Aunque se hayan usado cultivos iniciadores, la tendencia observada coincide con los datos de este estudio.

En conjunto, los resultados de las frutas muestran que la piña y uva favorecen de manera sobresaliente al crecimiento de BAL, mientras que el desarrollo de la papaya es moderado después de 72 h de fermentación. Estas diferencias se explican por la composición química de cada fruta sometida a un proceso de fermentación.

Tabla 3 Crecimiento BAL en frutas (*Ananas comosus*, *Carica papaya* y *Vitis vinifera*) durante 72 h de fermentación espontánea

Frutas	Media ± DE (log UFC/ml)							
	Tiempo (h)							
	0h		24h		48h		72h	
Piña	3,49± 3,12	A	6,91 ± 0,53	A	6,71 ± 0,18	A	6,55 ± 0,13	A
Papaya	2,91 ± 2,52	A	4,65 ± 0,63	A	5,05 ± 0,34	A	3,37 ± 0,00	A
Uva	3,49 ± 0,85	A	4,27 ± 0,82	AB	4,69 ± 1,14	AB	5,85 ± 0,02	B

Los resultados muestran el crecimiento BAL en frutas, expresados como media ± desviación estándar (log UFC/mL) en diferentes tiempos de evaluación. Las letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa entre los tiempos de evaluación según el análisis estadístico aplicado ($p < 0,05$).

Crecimiento de bacterias ácidos lácticas (BAL) durante la fermentación en repollo (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

Las bebidas fermentadas en base a las hortalizas (repollo, zanahoria y remolacha), mostraron su potencial para el desarrollo de alimentos funcionales.

En el jugo de repollo, se evidenció un crecimiento progresivo de sus bacterias lácticas nativas desde el tiempo inicial (0 h) hasta las 72 h (Tabla 4) obteniéndose $6,47 \pm 0,70$ al final de la fermentación. Similares valores fueron reportados por Yang et al. (2020) en la elaboración de sauerkraut con diferentes concentraciones de sal. Asimismo, Jácome-Silva et al. (2025), reportaron valores superiores ($7,5 - 8,2$ log UFC/g) en fermentaciones sólidas del repollo adicionando cultivos probióticos, confirmando la capacidad de esta hortaliza como sustrato fermentable.

El jugo de zanahoria presentó recuentos elevados desde el inicio, superando a los 6 log UFC/ml en diferentes tiempos de fermentación, en la cual su crecimiento máximo elevado fue en tiempos intermedios y finales, demostrando la adaptabilidad de las bacterias en este medio (Tabla 4). Este comportamiento se relaciona con el estudio de Wuyts et al. (2018), donde

se obtuvieron resultados similares en el cual existió un dominio rápido de BAL en el jugo de zanahoria y recuentos superiores a 7 log UFC/ml, aunque las diferencias se pueden atribuir a las condiciones de fermentación.

A diferencia de la remolacha, se registró un crecimiento elevado inicial, seguido de una leve disminución en tiempos intermedios, pero para su tiempo final (72 h) existió un ligero incremento (Tabla 4). Las concentraciones de bacterias lácticas fluctuaron entre $6,21 \pm 0,73$ y $7,72 \pm 0,05$ log UFC/ml sin observarse diferencias estadísticas significativas. De acuerdo a Yoon, Woodams y Hang (2005) aplicando cultivos iniciadores el crecimiento de BAL osciló entre 6,5 y 8,2 log UFC/ml, aunque no existió descenso, sus valores se relacionan con los del presente estudio.

De manera general, las hortalizas evaluadas demostraron poseer concentraciones importantes de bacterias lácticas, lo cual abre posibilidades de nuevos estudios en donde se incorporen estos alimentos para el desarrollo de alimentos funcionales

Tabla 4 Crecimiento BAL en hortalizas (*Brassica oleracea*, *Daucus carota*, *Beta vulgaris*) durante 72 h de fermentación espontánea

Media $\pm$ DE (log UFC/ml)								
Hortalizas	Tiempo (h)							
	0h		24h		48h		72h	
Repollo	$3,93 \pm 0,94$	A	$4,87 \pm 0,81$	AB	$4,53 \pm 1,03$	AB	$6,47 \pm 0,70$	B
Zanahoria	$6,15 \pm 0,30$	B	$6,39 \pm 0,01$	B	$5,09 \pm 0,09$	A	$6,27 \pm 0,73$	B
Remolacha	$7,72 \pm 0,05$	A	$6,21 \pm 0,73$	A	$6,42 \pm 0,88$	A	$7,59 \pm 0,46$	A

Los resultados muestran el crecimiento BAL expresado como media $\pm$ desviación estándar (log UFC/mL) en hortalizas. Las letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tiempos de muestreo.

Cambios fisicoquímicos (pH, sólidos solubles y acidez titulable) en bebidas de piña (*Ananas comosus*), papaya (*Carica papaya*) y uva (*Vitis vinifera*).

Durante la fermentación de las bebidas de frutas, se presentaron modificaciones

fisicoquímicas que es característico de este proceso, reflejada principalmente en su pH, acidez y °Brix.

En todos los casos se observó una disminución progresiva del contenido de sólidos solubles con variaciones significativas en el caso de la piña y la uva,

mientras que no se observó diferencia significativa en los °Brix de la papaya durante las 72 h de fermentación estudiadas. Esto comprueba la utilización de azúcares simples como sustrato energético durante la fermentación Ayala-Zavala et al. (2024).

En el jugo de piña, se observó una disminución progresiva significativa de la acidez; sin embargo, el pH disminuyó desde 4,10 hasta 3,73 a las 48 horas de fermentación u luego aumentó hasta 4,17 a las 72 h de fermentación. Este comportamiento se puede atribuir a la posible fermentación maloláctica, en donde el ácido málico (diácido) se convierte en ácido láctico (monoácido) lo que ocasiona la disminución en la acidez (E. Lerm, 2010). Una vez que se han consumido los ácidos fuertes, es posible el aumento del pH tal como sucedió a las 72 h de fermentación (Tabla 5).

Similar comportamiento se observó en el jugo de uva fermentado con disminución progresiva de la acidez y ligero aumento del pH al final del tiempo de fermentación. Zheng et al. (2025) y Yang et al. (2024), tanto la piña como la uva son ricas en ácido málico.

En el caso del jugo fermentado de papaya se observó una disminución significativa del pH desde $5,77 \pm 0,38$ a las 0 h hasta $4,17 \pm 0,06$ a las 72 h producto del proceso fermentativo llevado a cabo. La acidez también varió significativamente durante el proceso de fermentación, aunque no se observó una tendencia marcada.

Estos comportamientos concuerdan con lo descrito por Chakraborty et al. (2023) quienes señalaron que el descenso de pH en fermentaciones de uva está relacionado a la producción de ácidos orgánicos.

Asimismo, el estudio de Mashitoa et al. (2021), atribuyó la disminución de pH en un puré de papaya fermentado a la producción de ácido láctico.

En el tema de acidez titulable, el jugo de piña mostró una tendencia inversa al pH, con una reducción progresiva inicial, pero obteniendo una leve recuperación a las 72h. Esto se explica por la posible fermentación maloláctica señalada anteriormente. A comparación, en el jugo de papaya se registró incremento inicial, seguido de una ligera estabilización, lo cual se podría indicar un equilibrio entre la producción y una posible metabolización de los ácidos formados durante la fermentación. La acidez titulable en el proceso de fermentación del jugo de uva resultó valores incrementados hasta el final de su proceso, lo cual coincide con Dupas de Mato et al. (2024). Otro estudio similar fue el de Boondaeng (2022) quien describió variaciones similares de acidez durante el proceso de fermentación de vino de piña.

En conjunto, las frutas evaluadas demostraron comportamientos diferenciados, dónde la piña y la uva mostraron cambios más marcados en los parámetros fisicoquímicos, mientras que la papaya obtuvo un cambio más gradual.

Tabla 5 Parámetros fisicoquímicos en frutas (*Anana comosus*, *Carica papaya* y *Vitis vinifera*) durante 72 h de fermentación espontánea

		Tiempo (h)			
Fruta	Parámetros	0h	24h	48h	72h
Piña	pH	$4,10 \pm 0,00$ B	$4,13 \pm 0,12$ B	$3,73 \pm 0,12$ A	$4,17 \pm 0,06$ B
	Acidez titulable (%)	$0,82 \pm 0,00$ B	$0,71 \pm 0,00$ AB	$0,61 \pm 0,00$ A	$0,66 \pm 0,00$ A
	Sólidos solubles (°Brix)	$10,87 \pm 0,06$ C	$10,70 \pm 0,10$ C	$9,90 \pm 0,35$ B	$4,10 \pm 0,35$ A
Papaya	pH	$5,77 \pm 0,38$ A	$5,10 \pm 0,00$ B	$4,17 \pm 0,06$ C	$4,17 \pm 0,06$ C
	Acidez titulable (%)	$0,05 \pm 0,00$ A	$0,10 \pm 0,00$ C	$0,08 \pm 0,00$ BC	$0,07 \pm 0,00$ AB

	Sólidos solubles (°Brix)	2,37 ± 0,55 A	2,13 ± 0,06 A	1,83 ± 0,31 A	1,60 ± 0,00 A
	pH	4,27 ± 0,15 A	4,27 ± 0,06 A	4,27 ± 0,06 A	4,30 ± 0,10 A
Uva	Acidez titulable (%)	0,37 ± 0,00 B	0,36 ± 0,00 B	0,34 ± 0,00 B	0,16 ± 0,00 A
	Sólidos solubles (°Brix)	18,97 ± 0,15 B	18,90 ± 0,36 B	18,87 ± 1,04 B	16,20 ± 0,61 A

Los resultados evaluados de parámetros fisicoquímicos en frutas se expresan como media ± desviación estándar. Las letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa entre los tiempos de almacenamiento según el análisis estadístico aplicado ($p > 0,05$).

Cambios fisicoquímicos (pH, sólidos solubles y acidez titulable) en bebidas de repollo (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

En la fermentación de las bebidas de hortalizas (repollo, zanahoria, remolacha) mostraron cambios característicos que existen durante los procesos fermentativos.

En los análisis del pH, acidez y sólidos solubles, se reflejó el mismo comportamiento de las 3 hortalizas. Registrando una disminución en el pH, comportamiento asociado al crecimiento de bacterias ácidos lácticas y a la producción de ácidos orgánicos. Por lo consiguiente, reducción de °Brix indicando la utilización gradual de los azúcares y carbohidratos disponibles, en concordancia con Aderinola y Albaire (2019), que indican que la reducción de sólidos solubles está

estrechamente relacionada con el metabolismo microbiano y los cambios en la composición del medio.

Asimismo, el incremento de acidez reflejando la acumulación de estos compuestos durante la fermentación (Tabla 6).

Muchos estudios se relacionan con los resultados, como el de Erdoğan y Filiz (2023), quienes observaron incremento de acidez y reducciones de pH en productos fermentados de repollo.

Otro estudio con el mismo comportamiento es el de Miszczak et al. (2024), quienes reportaron el incremento de acidez y reducciones en pH y °Brix como respuestas típicas en matrices de remolacha sometidas a procesos fermentativos.

Tabla 6 Parámetros fisicoquímicos evaluados en hortalizas (*Brassica oleracea*, *Daucus carota*, *Beta vulgaris*)

		Tiempo (h)			
Hortaliza	Parámetros	0h	24h	48h	72h
Repollo	pH	6,53 ± 0,06 C	4,53 ± 0,06 B	4,03 ± 0,06 A	4,03 ± 0,06 A
	Acidez titulable (%)	0,04 ± 0,00 A	0,09 ± 0,00 B	0,10 ± 0,00 BC	0,12 ± 0,00 C
	Sólidos solubles (°Brix)	2,33 ± 0,15 A	2,30 ± 0,10 A	2,20 ± 0,17 A	2,10 ± 0,10 A
Zanahoria	pH	6,60 ± 0,10 C	4,30 ± 0,00 B	3,73 ± 0,15 A	3,90 ± 0,00 A
	Acidez titulable (%)	0,03 ± 0,00 A	0,13 ± 0,00 A	0,53 ± 0,00 B	0,58 ± 0,00 B
	Sólidos solubles (°Brix)	3,67 ± 0,12 B	3,40 ± 0,00 AB	3,13 ± 0,21 A	3,13 ± 0,06 A
Remolacha	pH	6,03 ± 0,06 C	5,47 ± 0,06 B	5,03 ± 0,25 A	5,20 ± 0,00 B
	Acidez titulable (%)	0,02 ± 0,00 A	0,06 ± 0,00 A	0,19 ± 0,00 B	0,17 ± 0,00 B

Sólidos solubles (°Brix) $4,70 \pm 0,36$ A $4,87 \pm 0,12$ A $4,33 \pm 0,31$ A $4,40 \pm 0,00$ A

Los resultados evaluados en hortalizas se expresan como media $\pm$ desviación estándar. Las letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tiempos de muestro.

4. CONCLUSIONES

La fermentación de bebidas de frutas (piña, papaya, uva) y hortalizas (repollo, zanahoria y remolacha) influyó significativamente en las características fisicoquímicas y probiótica. En general, la disminución de pH y aumento de acidez, se asocian a la actividad metabólica de bacterias ácidos lácticas (BAL), incluyendo la reducción de sólidos solubles (°Brix) excepto en la papaya y remolacha que es un comportamiento donde existe el consumo de los azúcares mediante el proceso de fermentación.

El comportamiento BAL mostró comportamientos diferenciados según la matriz vegetal en relación al tiempo de fermentación. En frutas, como la piña y la uva se observaron recuentos muy elevados, ya sea en tiempos intermedios y finales, mientras que, en hortalizas como el repollo y zanahoria se evidenció la adaptación de las bacterias en este medio. En el caso de la remolacha, gracias a su alto contenido inicial de azúcares mantuvo concentraciones viables de BAL, aunque hayan existido fluctuaciones entre periodos de tiempo.

En los cambios fisicoquímicos (pH, acidez, °Brix), se mantuvieron dentro del rango de la literatura científica, respaldando la estabilidad durante todo el proceso de fermentación, la técnica usada en ciertos análisis, y sobre todo el potencial del desarrollo de estas bebidas con características probióticas. Asimismo, los resultados obtenidos del recuento de BAL alcanzaron los niveles adecuados asegurando que la bebida cumple las UFC de una bebida funcional.

En conclusión, los resultados obtenidos demuestran una alternativa viable para la

obtención de bebidas de frutas y hortalizas con propiedades favorables, orientadas especialmente a consumidores intolerantes a la lactosa y caseína. Para estudios futuros, se recomienda evaluar la identificación de bacterias probióticas predominantes, estabilidad del BAL en almacenamiento y la aceptación sensorial de los productos, con el fin de fortalecer su aplicación a nivel industrial y funcional.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Hudson Robotics. (2023). Exploring the working principles of pH meters: How do they measure pH? Obtenido de <https://hudsonrobotics.com/exploring-the-working-principles-of-ph-meters-how-do-they-measure-ph/>
- Innovation Diagnostics., (2003). MRS Agar – ISO 15214. Obtenido de https://www.innovationdiagnostics.com/qc/index.php?controller=attachment&id_attachment=773
- Aderinola, T. A. (2019). Quality Acceptability, Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Carrot-Cucumber Juice. *Beverages*, 5(1), 15. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/beverages5010015>
- Amanda Dupas de Matos, M. G. (2024). Understanding consumer acceptability of verjuice, its potential applications and sensory and chemical drivers of liking. *Food Research International*, 188.

- Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114480>
- American Dairy Products Institute. (2023). Method #007: Titratable Acidity. Obtenido de <https://adpi.org/wp-content/uploads/2024/12/007-Titratable-Acidity-v2.0-Effective-09082023.pdf>
- Aune, D. G. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*, 46(3), 1029–1056. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>
- Aziz F.N., U. T. (2023). Fermentation of pineapple juice with *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13: Sensory and microbiological characteristics. *Czech J. Food Sci*, 41, 221-229. Obtenido de [Obtenido de https://doi.org/10.17221/243/2022-CJFS](https://doi.org/10.17221/243/2022-CJFS)
- Boondaeng, A. K. (2022). Fermentation Condition and Quality Evaluation of Pineapple Fruit Wine. *Fermentation*, 8(1), 11. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/fermentation8010011>
- Chen Yang, F. d. (2024). Un estudio comparativo de los perfiles físicoquímicos, aromáticos y de color que afectan las propiedades sensoriales del jugo de uva de cuatro uvas chinas *Vitis vinifera* × *Vitis labrusca* y *Vitis vinifera*. *Alimentos*, 13(23), 3889. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/foods13233889>
- Di Cagno, R. &. (2014). Fermented foods: Fermented vegetable products. In Y. H.Hui (Ed.) (2 ed., Vol. 1). (E. A. Press., Ed.)
- E. Lerm, L. E. (2010). Fermentación maloláctica: el ABC de la FML. *Revista Sudafricana de Enología y Viticultura*, 31(2). doi:<https://doi.org/10.21548/31-2-1417>
- Erdoğan, A. K. (2023). Menaquinone content and antioxidant properties of fermented cabbage products: Effect of different fermentation techniques and microbial cultures. *Journal of Functional Foods*, 102, 105467. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105467>
- Florence M. Mashitoa, S. A. (2021). Influence of Fermentation of Pasteurised Papaya Puree with Different Lactic Acid Bacterial Strains on Quality and Bioaccessibility of Phenolic Compounds during In Vitro Digestion. *Foods*, 962. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/foods10050962>
- International Organization for Standardization. (1998). SO 15214:1998 - Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria — Colony-count technique at 30 degrees C. ISO.

- Obtenido de
<https://www.iso.org/standard/6970.html>
- International Organization for Standardization. (2003). SO 2173:2003 - Fruit and vegetable products — Determination of soluble solids — Refractometric method.
- Jácome-Silva, L. G.-I.-D.-M.-N. (2025). Influence of the type of sauerkraut fermentation with probiotic strains on folate content, antioxidant activity and sensory analysis. *Applied Sciences*, 15(18), 9934. Obtenido de
<https://doi.org/10.3390/app15189934>
- Jesús Ayala Zavala, T. d. (2024). Flash Vacuum Expansion of Maradol Papaya (*Carica papaya* L.) for Producing an Antioxidant-Potential Dairy Beverage Fermented by *Limosilactobacillus fermentum* J24. *Beverages*. Obtenido de
<https://doi.org/10.3390/beverages10040096>
- Mäkinen, O. E. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339-349. Obtenido de
<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Marco, M. L. (2017). Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>
- Miszczak, I. T. (2024). Fermentación espontánea de remolacha: efecto del tiempo y la temperatura de fermentación, así como del grosor de la rebanada, en la calidad de la levadura. *Revista Polaca de Ciencias de la Alimentación y la Nutrición*, 74(3), 255–267. Obtenido de
<https://doi.org/10.31883/pjfn/192122>
- Ping Zheng, J. W. (2025). Análisis metabolómico comparativo de cuatro variedades de piña (*Ananas comosus* L. Merr) con diferente calidad de fruta. *Plantas*, 14(15), 2400. Obtenido de
<https://doi.org/10.3390/plants14152400>
- Ranadheera, C. S. (2018). Non-bovine milk products as emerging probiotic carriers: Recent developments and innovations. *Current Opinion in Food Science*, 22, 109-114. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.02.010>
- Royaossadat Mirmohammadi, N. Z. (2021). Investigation of the possibility of fermentation of red grape juice and rice flour by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei*. *Food Sci Nutr*, 9(10), 5370-5378. Obtenido de
<https://doi.org/10.1002/fsn3.2461>
- Ruiz-Rodríguez, L. G. (2019). Diversity and functional properties of lactic acid bacteria isolated from wild fruits and flowers present in

- northern Argentina. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1091. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01091>
- Snehasis Chakraborty, P. V. (2023). Pulsed light treatment of table grape juice: Influence of matrix pH on microbial and enzyme inactivation kinetics. *Food Bioscience*, 53. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102662>
- Tangyu, M. M. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(23-24), 9263–9275. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>
- World Health Organization. (2020). Healthy diet. Obtenido de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Wuyts S Van Beeck W, O. E. (2018). Carrot Juice Fermentations as Man-Made Microbial Ecosystems Dominated by Lactic Acid Bacteria. *Appl Environ Microbiol* 84:e00134-18. Obtenido de <https://doi.org/10.1128/AEM.00134-18>
- X. Yang, W. H. (2020). Effect of salt concentration on microbial communities, physicochemical properties and metabolite profile during spontaneous fermentation of Chinese northeast sauerkraut. *Journal of Applied Microbiology*. doi:10.1111/jam.14786
- Yaa'ri, R. S. (2024). Development of a Novel Approach for Controlling and Predicting Residual Sugars in Wines. *Fermentation*, 10(3), 125. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/fermentation10030125>
- Yao, Z. J. (2024). Lactic acid fermentation of papaya juice using single and mixed. *Food and Machinery*, 40. Obtenido de https://www.ifoodmm.cn/journal/vol40/iss1/26/?utm_source=www.ifoodmm.cn%2Fjournal%2Fvol40%2Fiss1%2F26&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Yoon, K. Y. (2005). Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *LWT – Food Science and Technology*, 38(1), 73–75. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.04.008>

