

Fermentaciones con co-cultivos empleando probióticos y levaduras en la producción de bebidas alcohólicas en América: Una revisión sistemática

Jerssi Yohana Marulanda-Duque ^a

^a *Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. jerssi.marulanda@udea.edu.co*

Resumen

Revisión sistemática sobre el estado de la investigación de cocultivos de probióticos y levaduras con potencial para la fermentación de bebidas alcohólicas comercializables, en América. Los estudios fueron obtenidos en Science Direct, Springer Link y DOAJ, y en el motor de búsqueda Google Scholar. Existe un aumento del interés por explorar el potencial de las bacterias ácido-lácticas en la fermentación de bebidas alcohólicas comercializables, del tipo tradicional, y del tipo artesanal. Los estudios seleccionados coinciden en evaluar el rendimiento en la acidificación, el papel en la producción de enzimas y en el papel de estos cocultivos como iniciadores de fermentación, además de la capacidad para degradar la mucina que exploran casi todos los estudios.

Palabras clave: Co-cultivos, Fermentación, Probióticos, Levaduras, Bebidas alcohólicas.

Co-culture fermentations using probiotics and yeasts in alcoholic beverage production in America: A systematic review. Article formatting example

Jerssi Yohana Marulanda-Duque ^a

^a *School of Microbiology, University of Antioquia, Medellín, Colombia. jerssi.marulanda@udea.edu.co*

Abstract

Systematic review on the state of research on cocultures of probiotics and yeasts with potential for the fermentation of marketable alcoholic beverages, in America. Studies were obtained from Science Direct, Springer Link, and DOAJ, and from the Google Scholar search engine. There is an increased interest in exploring the potential of lactic acid bacteria in the fermentation of marketable alcoholic beverages, of the traditional type, and of the artisanal type. The selected studies coincide in evaluating the performance in acidification, the role in the production of enzymes and in the role of these co-cultures as fermentation initiators, in addition to the ability to degrade mucin that almost all the studies explore.

Keywords: Co-cultures, Fermentation, Probiotics, Yeasts, Alcoholic beverages

1 Introducción

En la industria de alimentos, las bebidas fermentadas se han vuelto mundialmente conocidas por atributos que promueven la salud. En el mercado, no solo los jugos de frutas han aumentado su valor y aceptación, también lo han hecho muchos fermentados que promocionan el consumo de probióticos y de metabolitos benéficos [1]. Interés que se ha extendido a las fermentaciones de bebidas alcohólicas buscando mitigar la alteración de la homeostasis microbiana que se ha diagnosticado como efecto de la ingestión de bebidas de este tipo. En años recientes la investigación ha sido concluyente en la descripción del potencial de cocultivos de bacterias y levaduras para la producción de probióticos viables para la fermentación de bebidas alcohólicas.

En este campo ha sido significativo el papel de los estudios sobre las Bacterias Ácido-Lácticas por su potencial en la acidificación de las bebidas y, por lo tanto, en la regulación de pH, factor importante para el crecimiento de levaduras. Se ha demostrado también que, en la elaboración de cervezas artesanales, la actividad enzimática de la malta promueve una serie de reacciones que resultan en la formación de azúcares fermentables (glucosa, maltosa, maltotriosa, dextrina, fructosa) que son fundamentales para la actividad microbiana [2]. Además de la cerveza, se ha estudiado la actividad de estos cocultivos en diferentes matrices potenciales como las bebidas tecnofuncionales y algunas bebidas artesanales como la kombucha. En ellas se ha podido reportar las capacidades antioxidantes, de autogestión y coagregación contra patógenos, además de sus interacciones en presencia de pentosanos y glucanos que se encuentran en estas bebidas [3,4,5]

El propósito del presente análisis es revisar, a través de una metodología de revisión sistemática de literatura reproducible, las investigaciones que se encuentran reportadas en la literatura en diferentes latitudes del continente americano, acerca de las metodologías de cocultivos con potencial para la fermentación de bebidas alcohólicas.

2 Materiales y métodos

Para el levantamiento del presente estudio se han aplicado los lineamientos de la declaración PRISMA [6] que orientan la correcta realización de una revisión sistemática. Empleando la sección de recursos electrónicos del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Antioquia se accedió a las bases de datos Scielo, Science Direct, Springer link, ProQuest y DOAJ. Los criterios de rastreo tuvieron como premisa el interrogante por ¿Cuál es la incidencia del tipo de modelo de fermentación, probióticos y levaduras, y sustratos en la eficiencia de la aplicación de cocultivos a las fermentaciones de bebidas alcohólicas?

Artículos de investigación o revisión, publicados en los últimos diez años (2012-2022) en revistas indexadas en

cuyos títulos y resumen se diera cuenta de un estudio con miras a la industria de fermentación de bebidas alcohólicas y que se haya realizado o concentrado su interés en el continente americano. Inicialmente se realizó una exploración por término de las palabras ‘co-culture’, ‘fermentation’, ‘metabolites’, ‘probiotics’, ‘yeasts’ y ‘alcoholic drinks’, junto a sus equivalentes en español ‘co-cultivos’, ‘fermentación’, ‘metabolitos’, ‘probióticos’, ‘levaduras’ y ‘bebidas alcohólicas’. Después se procedió a realizar una búsqueda más restrictiva a partir de la combinación de estos conceptos adicionando el operador booleano AND hasta formar la cadena ‘co-culture AND fermentation AND metabolites AND probiotics AND yeasts AND alcoholic drinks’; así como ‘co-cultivos Y fermentación Y metabolitos Y probióticos Y levaduras Y bebidas alcohólicas’. En virtud de que los resultados en la búsqueda en español resultaron ser una muestra poco significativa, se continuó la exploración a partir de los términos en inglés. Debido a la poca confluencia de resultados o la pertinencia del área de estudio abordada por los mismos, las bases de datos ProQuest y Scielo, fueron descartadas de la búsqueda sistemática.

Adicionalmente se usó la base de datos no indexada Google Scholar con la combinación empleada en las demás bases de datos ((co-cultivos) AND (fermentation) AND (metabolites) AND (probiotics) AND (yeasts) AND (alcoholic drinks)) para identificar los posibles artículos científicos que no hayan sido rastreados con las estrategias de búsqueda y que deberían ser incluidos por cumplir con los criterios de inclusión y exclusión. Esta alternativa fue incluida debido a que, inicialmente se exploró la búsqueda en otras bases de datos y los resultados obtenidos no arrojaron resultados positivos.

3 Resultados

Fueron obtenidos en total 100 resultados (Science Direct 6, Springer link 21, DOAJ 26, Google Scholar 47) sistematizados en una matriz de Excel. Luego se eliminaron 3 artículos por duplicidad, 18 publicaciones que no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión requeridos y 52 cuyo título daba cuenta de tratarse de estudios realizados desde otra área de interés diferente a la que ocupa esta revisión. De los 29 seleccionados como elegibles fueron excluidos 13 estudios que se concentraban en productos fermentados diferentes a bebidas alcohólicas y 8 que se habían realizado fuera del continente americano (ver figura 1). Finalmente, 8 publicaciones fueron leídas e incluidas en la revisión sistemática

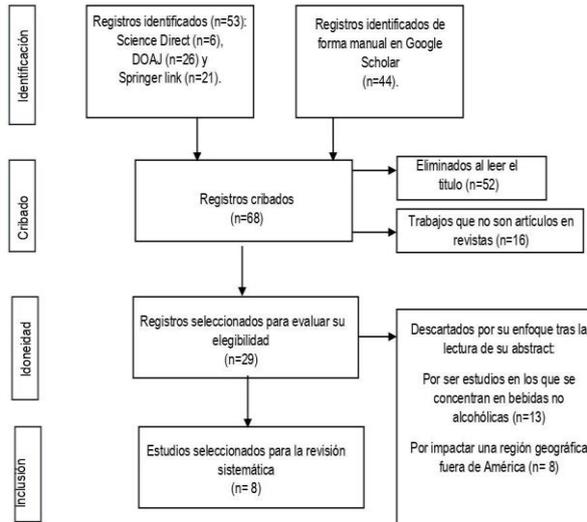


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles. Fuente: Elaboración propia

4 Discusión

4.1. Distribución de los artículos encontrados

Todos los trabajos seleccionados fueron realizados entre los años 2018 y 2022 (Figura 1), lo que demuestra un creciente interés en los últimos años en la inclusión de cocultivos en los procesos fermentativos de elaboración de bebidas alcohólicas. La heterogeneidad de los estudios también muestra que se está explorando una diversidad prometedora de matrices alimenticias de aplicación (vino, cerveza, bebidas artesanales tradicionales). Así, la investigación de consorcios de probióticos y levaduras indaga en las potencialidades para la industria haciendo énfasis en los metabolitos de interés que se pueden obtener y en las interacciones que ocurren en los cultivos. El número de estudios realizados en Brasil (4) (Figura 2) expone que es allí en donde se está dando un alto grado de interés en las investigaciones de la viabilidad probiótica en diferentes matrices [2, 4, 6] evaluando su capacidad de adaptación y eficiencia en diferentes sustratos.

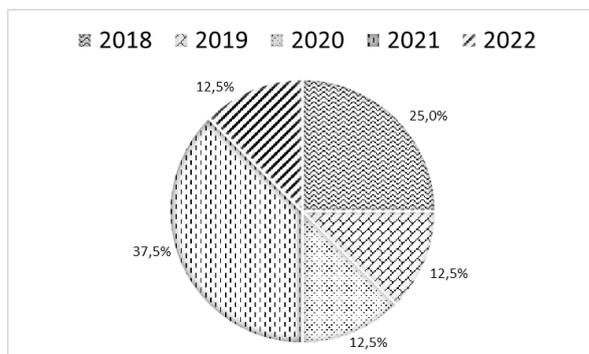


Figura 2. Distribución de los artículos por año. Fuente: Elaboración propia.

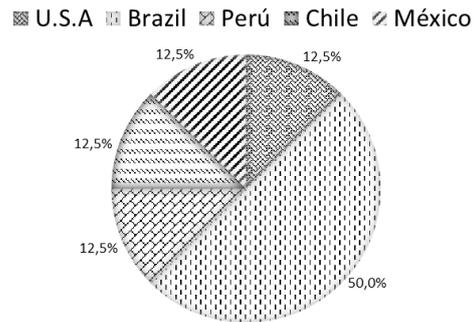


Figura 3. Distribución de los artículos por país de origen. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Distribución de los microorganismos empleados en las fermentaciones con cocultivos

En la mayoría de los trabajos se reportó de forma generalizada el potencial que poseen las bacterias ácido-lácticas (BAL) en las fermentaciones con cocultivos con levaduras (Figura 4). En el caso de Silva, et al. [2] y Calumba, et al. [8], se logró evidenciar el beneficio de la adición de probióticos sobre el efecto antimicrobiano producido por los iso- α -ácidos del lúpulo reportado en el trabajo de Alcine Chan, et al. [11] en la elaboración de cerveza, de tal manera que el co-cultivo hace que las levaduras formen biopelículas sobre las bacterias probióticas haciéndolas viables. En ambos casos se apuesta por el estudio en la producción de una cerveza con cepas de lactobacillus (*L. paracasei* DTA-81 en Silva, et al. [2], y *L. brevis* en el estudio de Calumba, et al. [8]).

Por su parte el estudio de Penido, et al. [6], llega a consenso con la literatura sobre el papel de bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus brevis* en la asociación con *S. cerevisiae* UFMG-A1007 como cultivo iniciador en un proceso de fermentación, aunque este trabajo se enfoca en la producción de almidón agrio de yuca, se evidencia la sinergia entre estos microorganismos (con lo que encuentra resonancia en estudios similares para el continente africano). El estudio también identificó el potencial de la cepa *Lactobacillus plantarum*, hallando un alto nivel de viabilidad durante la fermentación y efectos antagónicos satisfactorios ya que los cocultivos fueron capaces de inhibir los principales patógenos frecuentemente investigados en el almidón agrio de la yuca, los cuales son responsables de enfermedades transmitidas por alimentos cuando la matriz es una harina feculenta.

Tres de los estudios seleccionados se enfocaron en la actividad y el aprovechamiento de bacterias ácido-lácticas. Flores Aguilar y Flores Rivera [3], evaluaron las características y viabilidad de *Lactobacillus paracasei* BGP1 y *Bifidobacterium longum* SP54, en la fermentación del jugo de Tarwi, por separado y en cocultivo reportando consenso con otros autores, la viabilidad y crecimiento regulando el pH al aumentar la cantidad de Kiwicha hidrolizada, prefiriendo el cocultivo al monocultivo. Interés similar es el expuesto

por Rubio-Castillo, et al. [9] en el aprovechamiento de consorcios microbianos de bacterias ácido-lácticas para la producción de ácidos orgánicos en los que se requiere la conservación de levaduras para la fermentación del Tejuino. Después de una secuenciación de ADN se hallaron cinco cepas de *Limosilactobacillus fermentum*, tres de *Lactiplantibacillus plantarum*, cinco de *Enterococcus durans*, dos de *Enterococcus faecium* y dos de *Staphylococcus warneri* y dos de *Lactococcus lactis*, y las levaduras *Pichia occidentalis* y *Pichia kudriavzevii* que en otros estudios han probado ser potencialmente viables como cultivos iniciadores. Casimiro, et al. [10] indagaron en el papel de las BAL como cultivos iniciadores, estudiando el comportamiento de *Lactiplantibacillus plantarum* CCMA1065 inoculado en consorcio con *Saccharomyces cerevisiae* CCMA0543, *Torulaspota delbrueckii* CCMA0684 y *L. mesenteroides* CCMA1105, para evaluar su rendimiento en la producción de metabolitos y disminución del mucílago en el benefició húmedo de la fermentación del café. En la revisión de Pimentel, et al. [4], el cocultivo con LAB se pondera por su potencial de eficacia como

cultivos iniciadores, su actividad antimicrobiana y antifúngica, su capacidad de degradación de toxinas, y su producción de compuestos deseables en la industria mundial. En relación con las levaduras *Torulaspota delbrueckii* y *Pichia exigua* y el *Bacillus* spp., aislados de una bebida tradicional fermentada de yuca, se demostró la capacidad de estos para degradar almidón, actividad proteolítica y termotolerancia. Características deseables para considerarlos como cultivos iniciadores en la producción de alimentos fermentados con yuca. En este estudio, las bebidas étnicas alcohólicas fueron producidas con arroz, avena, uva y una mezcla de siete variedades de maíz, se reseñaron porque la mayoría de los microorganismos presentes en ellas presentan buena tolerancia a las condiciones de estrés (concentraciones de etanol, baja y alta temperatura y estrés osmótico). Tal es el caso de *Cryptococcus* sp., que mostró la mayor actividad de amilasa, mientras que *Saccharomyces cerevisiae* EYS5 manifiesta la mayor actividad de la enzima invertasa y tolerancia a la deshidratación, por lo que ambas cepas podrían emplearse como iniciadores secos para la producción de chichas o en otras fermentaciones alcohólicas.

| | | | |
|----------------------------|----------------------------|--|---|
| Levaduras | <i>Saccharomyces</i> | <i>S. cerevisiae</i> CCMA0543 | 1 |
| | | <i>S. cerevisiae</i> UFMG-A1007 | 1 |
| | | <i>S. cerevisiae</i> var. <i>bouardii</i> 17 | 1 |
| | | <i>S. cerevisiae</i> NT | 2 |
| | | <i>S. cerevisiae</i> WB-06 | 1 |
| | | <i>S. uvarum</i> | 1 |
| | <i>Toluraspora</i> | <i>T. delbrueckii</i> CCMA 0684 | 3 |
| | <i>Zygotorulaspora</i> | <i>Z. florentina</i> | 1 |
| | <i>Metschnikowia</i> | <i>M. pulcherrima</i> | 1 |
| | <i>Pichia</i> | <i>Pichia exigua</i> | 1 |
| Bacterias | <i>Lactobacillus</i> | <i>L. delbrueckii</i> ssp <i>bulgaricus</i> | 1 |
| | | <i>L. brevis</i> | 2 |
| | <i>Lacticaseibacillus</i> | <i>L. paracasei</i> DTA-81 | 2 |
| | <i>Limosilactobacillus</i> | <i>L. fermentum</i> S6 | 1 |
| | <i>Lactiplantibacillus</i> | <i>L. pentosus</i> TEJ10 | 1 |
| | | <i>L. plantarum</i> CCMA 1065 | 5 |
| | <i>Bacillus</i> | <i>Bacillus</i> spp | 1 |
| | <i>Cryptococcus</i> | <i>Cryptococcus</i> sp. | 1 |
| | <i>Pediococcus</i> | <i>P. acidilactici</i> S7 | 1 |
| | <i>Komagataeibacter</i> | <i>K. hansenii</i> B22 | 1 |
| <i>K. rhaeticus</i> P 1463 | | 1 | |

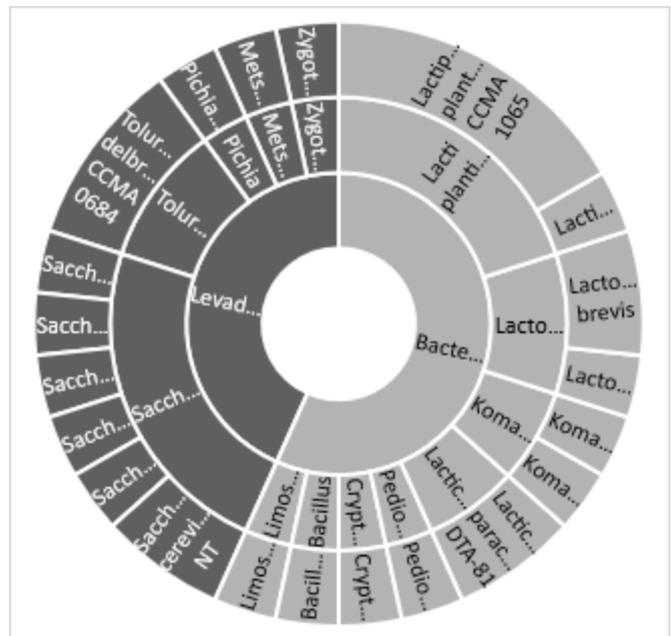


Figura 4. Microorganismos presentes en los trabajos encontrados. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, *L. plantarum* M5MA1-B2 aislada de plantas andinas reporta que mejora el contenido de riboflavina en bebidas a base de cereales tipo kéfir. Y otras LAB aisladas de chicha de maíz y papa fermentada de tocosh, mostraron capacidad antimicrobiana contra hongos y patógenos alimentarios. Por lo tanto, la actividad antimicrobiana de las LAB y las levaduras aisladas de los alimentos fermentados puede aumentar la resistencia de las plantas a los patógenos y la vida útil de los productos alimenticios.

Frente a bebidas más populares como la Kombucha, la mencionada revisión reporta que se ha encontrado que *L. plantarum* SLG10 produce una bacteriocina que es termoestable (almacenamiento a 37 °C durante 14 días o 2 meses a 4°C), tolerante a un rango de pH de 2,0 a 7,0, y sensible a la mayoría de las proteasas (excepto tripsina y pepsina). Además de poseer una buena actividad antimicrobiana contra Grampositivos y Gramnegativos e inhibir la formación de biopelículas. Se han registrado comportamientos similares en las cepas *Lactiplantibacillus pentosus* TEJ10, *L. paracasei* TEP6 y *L. plantarum* TEP15 aisladas de pozol, tepache, tejuino y chucrut. Estas muestran actividad antifúngica in vitro inhibiendo tanto la germinación de esporas como el crecimiento micelial de algunos fitopatogenos. Cuatro kombuchas comerciales diferentes y las cepas aisladas *Komagataeibacter rhaeticus* P 1463 y *Komagataeibacter hansenii* B22 mostraron un gran potencial en la producción de celulosa con buenas propiedades físicas y mecánicas tanto in vitro como en jugo de manzana fermentado durante 5 días.

4.3. Distribución de los métodos de cocultivos explorados en la fermentación de bebidas alcohólicas

En general los estudios iniciaron con una diferenciación de las cepas para seleccionar aquellas con las cuales realizar los cultivos iniciadores con base en sus capacidades probióticas, antagonicas y sensoriales. Exceptuando el trabajo de Pimentel, et al. [4], los estudios de la actual revisión hicieron ensayos de cultivo con secuenciación de ADN y conteo microbiano con tabulación estadística. Para todos los conteos se realizó análisis de varianza y se aplicaron pruebas diferentes para corroborarlos. El trabajo de Columba, et al. [8] criticó los análisis PCR y de PCR en tiempo real (qPCR) como la empleada por Casimiro, et al. [10], señalando que este tipo de pruebas no pueden reconocer la viabilidad pues en la obtención del ADN no distinguen entre células vivas y células muertas, y en su lugar se usó un análisis estándar de propagación en cultivo siguiendo un modelo propuesto por otros autores [12].

En el estudio de Penido, et al. [6] se reportó el potencial de fermentaciones iniciadoras empleando las cepas de *L. plantarum* y *L. brevis* ya que sus efectos antagonicos y

actividad amilolítica en el control de microorganismos patógenos no afectaron negativamente a la subsecuente fermentación con *S. cerevisiae*. Estos resultados confirman a su vez lo señalado por Columba, et al. [8] acerca del desempeño de *L. brevis* en la acidificación por producción de ácido láctico para una cofermentación de bebidas alcohólicas en las que se demostró la inocuidad del producto y la viabilidad de los probióticos en concentraciones de etanol inferiores al 8%. En dicho caso, se demostró que la tolerancia se debía a la estimulación de la liberación de proteínas de estrés y cambios en los ácidos grasos presentes en la membrana celular. Así, en consonancia con los resultados de Silva, et al. [2] se confirma que los métodos de cocultivo semiseparado confieren mayor eficiencia y supervivencia a los probióticos al evitar la competencia con las levaduras y los metabolitos estresantes producidos por estas cuando entran en contacto con los fluidos gástricos e intestinales.

En el mismo estudio, se concluyó que para el caso de cocultivo con la cepa *L. paracasei* DTA-81 asimila con mayor facilidad y eficiencia la glucosa, pero no maltosa y maltotriosa. En contraste, la inoculación con *S. cerevisiae* asimiló mejor la glucosa; y en ausencia de esta, asimiló sin restricciones la maltosa y la maltotriosa. Por lo que, en la búsqueda de viabilidad de los probióticos en la posfermentación, hay que evitar fermentar el mosto de la cerveza con *S. cerevisiae* para que la glucosa no escasee y el rendimiento de *L. paracasei* DTA-81 no se vea obstaculizado.

El trabajo de Mandakovic, et al. [7] reporta una importancia significativa en tanto describe una comunidad fúngica a partir de mostos de vino fermentado y sin fermentar. El modelo propuesto permitió enumerar las propiedades de la red de interacción microbiana, como la cantidad de enlaces del nodo (grado) y el tipo de interacción (nodos con enlaces positivos y negativos, que representan copresencias y exclusiones mutuas, respectivamente). En sus resultados hallaron que de un total de 182 unidades taxonómicas operativas (OTU) identificadas, 23 OTU pertenecen a nueve géneros que se involucraron en la red, lo que mostró una mayor proporción de interacciones positivas ($n = 76$) que negativas ($n = 40$). Siendo el género *Saccharomyces* el que mayor representatividad tuvo en la red, mostrando con ello un alto grado de adaptación, caso similar al de *Torulaspora delbrueckii*.

4.4. Distribución y limitaciones de los tipos de sustratos usados en los artículos encontrados

Los estudios analizaron el potencial de rendimiento en dos cervezas [2, 8], dos bebidas artesanales [3, 9], un producto fermentado a base de yuca [6] y mejoramiento de la calidad

de la variedad de café arábigo [10]. De manera particular el estudio descriptivo del microbioma en el mosto del vino en dos variedades chilenas [7], llama la atención sobre las diferencias posibles en la composición de dicho paisaje en tanto que se emplearon muestras de años diferentes para valorar las interacciones y los rendimientos. Los trabajos sobre las cervezas muestran que el cocultivo de cepas de *S. cerevisiae* con *Lactocaseibacillus paracasei* DTA-81 o *L. brevis*, puede generar relaciones antagónicas que disminuyan el rendimiento de las levaduras debido a la sensibilidad de estas a medios ácidos o de los probióticos frente al etanol, por lo que ambos señalan la necesidad de realizar la fermentación en un sistema de cocultivo semiseparado para que ambas viabilidades no se vean afectadas. En el caso del Tejuino evaluado en sus versiones comercial y artesanal, y fermentado principalmente por la presencia de *S. cerevisiae* se aislaron también microorganismos como *Limosilactobacillus fermentum*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus hirae*, *Staphylococcus warneri*, *Acetobacter orientalis*, *Pichia kudriavzevii*, *Pichia occidentalis* y *Enterococcus faecium*, cuyos productos en procesos fermentativos han reportado propiedades antimicrobianas contra microorganismos patógenos en bajas concentraciones. En el caso de las bebidas artesanales, Kiwicha y Tejuino, el crecimiento de microorganismos probióticos si alcanzó valores significativos al final de la fermentación, esto hizo viable un mínimo requerido para el consumo. Se constató que la viabilidad aumentaba en la posfermentación incluso cuando el pH era bajo. En el caso de los granos de Kiwicha hidrolizada con jugo de Tarwi, la acidez en la que habían intervenido el cocultivo de *Lactobacillus paracasei* con *Bifidobacterium longum* benefició la estabilidad de las bebidas fermentadas frente al crecimiento de microorganismos patógenos.

Por el carácter heterogéneo de las investigaciones, sólo pudieron ser revisadas las características fisicoquímicas y la calidad microbiológica de las fermentaciones y no los efectos en la salud, de tal manera que aunque Flores Aguilar y Flores Rivera [2] reportaron propiedades organolépticas de la cerveza producida con pruebas hedónicas y que algunos de los estudios simulaban las condiciones del tracto digestivo, sólo la revisión de Pimentel, et al. [4] da cuenta de algunas exploraciones sobre la calidad de los alimentos producidos en relación con la salud.

A pesar de la diversidad de sustratos empleados en los estudios y de los microorganismos inoculados, es importante resaltar el papel de *S. cerevisiae* de origen comercial como competidor estándar. Sin embargo, hubo a agentes presentes en las bebidas étnicas que tuvieron rendimientos significativos como *Torulaspora delbrueckii*.

5. Conclusiones

Se encontró que ha aumentado el interés por la interacción entre levaduras y probióticos y que esto ha abierto el campo a la innovación metodológica para que incremente la viabilidad de agentes probióticos en las fermentaciones. Así

mismo, aunque en la fase exploratoria se hallaron muchos resultados en el campo clínico, el estudio de cocultivos para la estandarización de bebidas artesanales comienza a llamar la atención en el continente americano aprovechando el uso de BAL por su capacidad de rendimiento y sobrevivencia a las condiciones estresantes en la fermentación alcohólica. Sin embargo, para futuras investigaciones queda pendiente indagar en el impacto real que estos probióticos puedan tener en la salud del consumidor y por lo tanto su viabilidad comercial.

Referencias

- [1] Kolady, D., Kattelman, K.; Vukovich, C.; Scaria, J. Awareness and use of probiotics among the millennials in the United States: Drivers and implications. *Functional Foods in Health and Disease* vol. 8, no 10, p. 505-518, 2018. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v8i10.536>
- [2] Silva, L. C.; Schmidt, G. B.; Alves, L. G. O.; Oliveira, V. S.; Laureano-Melo, R.; Stutz, E.; Martins, J.F.P.; Paulab, B.P.; Luchese, R.H.; Guerrab, A.F.; & Rodríguez, P. Use of probiotic strains to produce beers by axenic or semi-separated co-culture system. *Food and Bioprocess Processing* vol. 124, p. 408-418, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.10.001>
- [3] Flores Aguilar, E. and Flores Rivera, E. Assessment of the use of the hydrolyzed liquid fraction of the kiwicha grain in the fermentation process of probiotic drinks from tarwi juice: microbiological, chemical and sensorial analysis. *Food Science and Technology* vol. 39, p. 592-598, 2018. <https://doi.org/10.1590/fst.33617>
- [4] Pimentel, T.; Lara Gómez de Oliveira, L.; Chaves Macedo, E.; Nobre Costa, G.; Ribeiro Dias, D.; Freitas Schwan, R. F.; Magnani, M. Understanding the potential of fruits, flowers, and ethnic beverages as valuable sources of techno-functional and probiotics strains: Current scenario and main challenges. *Trends in Food Science & Technology* vol. 114, p. 25-59, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.024>
- [5] Urrutía, G. y Bonfill, X.. La Declaración PRISMA: un paso adelante en la mejora de las publicaciones de la Revista Española de Salud Pública. *Revista Española de Salud Pública* vol. 87, no 2, p. 99-102, 2013. <https://dx.doi.org/10.4321/S1135-57272013000200001>
- [6] Penido, Fernan; De Oliveira Goulart, C.; Fidelis Galvão, Y. C.; Vasconcelos Teixeira, C.; Batitucci Passos de Oliveira, R.; Martins Borelli, B.; Moreira Guimarães, G.; Neumann, E.; Sande, D.; Linhares Bello de Araújo, R.; Rosa, C.; Alves Lacerda, I. C. Antagonistic lactic acid bacteria in association with *Saccharomyces cerevisiae* as starter cultures for standardization of sour cassava starch production. *Journal of food science and technology* vol. 56, no 9, p. 3969-3979, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03864-w>
- [7] Mandakovic, D.; Pulgar, R.; Maldonado, J.; Mardones, W.; González, M.; Cubillos, F. A.; Cambiazo, V. Fungal diversity analysis of grape musts from central valley-Chile and characterization of potential new starter cultures. *Microorganisms* vol. 8, no 6, p. 956, 2020. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060956>
- [8] Calumba, K. F.; Reyes, V.; Bonilla, F.; Villasmil, E.; Sathivel, S. Ale beer containing free and immobilized *Lactobacillus brevis*, a potential delivery system for probiotics. *Food Production, Processing and Nutrition* vol. 3, no 1, p. 1-14, 2021. <https://doi.org/10.1186/s43014-021-00051-3>
- [9] Rubio-Castillo, A. E.; Méndez-Romero, J. I.; Reyes-Díaz, R.; Santiago-López, L.; Vallejo-Cordona, B.; Hernández-Mendoza, A.; Sáyago-Ayerdi, S. G.; González-Córdova, A. F. Tejuino, a Traditional Fermented Beverage: Composition, Safety Quality, and Microbial Identification. *Foods* vol. 10, no 10, p. 2446, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10102446>

- [10] Casimiro, D. M.; Nara Batista, N.; Fonseca, H. C.; Oliviera Naves, J. A.; Ribeiro Días, D; Freitas Schwan, R. Coinoculation of lactic acid bacteria and yeasts increases the quality of wet fermented Arabica coffee. *International Journal of Food Microbiology* vol. 369, p. 109627, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109627>
- [11] Alcine Chan, M. Z.; Zhi, M.; Yong, J.; Toh, M.; Liu, Shao-Quan. Survival of probiotic strain *Lactobacillus paracasei* L26 during co-fermentation with *S. cerevisiae* for the development of a novel beer beverage. *Food microbiology* vol. 82, p. 541-550, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.04.001>
- [12] Bogosian, G., and Bourneuf, E. V. A matter of bacterial life and death. *EMBO Reports* 2(9), 770–774, 2001. <https://doi.org/10.1093/embo-reports/kve182>