



Elaboración de una bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa como fuentes de vitamina C y hierro

Preparation of a carrot drink with the addition of *Lactobacillus casei* enriched with spinach and strawberry as sources of vitamin C and iron

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v3.n1.2025.4-15>

Recibido: 23-01-2025

Aceptado: 11-03-2025

Publicado: 20-06-2025

Jorge Gustavo Quintana Zamora^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-2248-3528>

Yailin Nicole García Dávila²

 <https://orcid.org/0009-0006-1779-5868>

María Aurora Parrales Gallo³

 <https://orcid.org/0000-0003-0918-9252>

Milton Fernando Lino Ganchozo⁴

 <https://orcid.org/0009-0003-1724-0676>

1. Docente de la Carrera Alimentos, Facultad de Ciencias de la Industria y Producción; Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Quevedo, Ecuador.
2. Carrera Alimentos, Facultad de Ciencias de la Industria y Producción; Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Quevedo, Ecuador.
3. Carrera Agroindustrial; Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Quevedo, Ecuador.
4. Carrera Agropecuaria, Facultad de Ciencias Pecuarias; Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Quevedo, Ecuador.

Volumen: 3

Número: 1

Año: 2025

Paginación: 4-15

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/49>

***Correspondencia autor:** jquintana@uteq.edu.ec

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar si la bebida elaborada con zanahoria enriquecida espinacas y fresas cumple el requisito de alimento probiótico y analizar el contenido de vitamina C, mediante acidez titulable y el contenido de hierro. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial (2x3), como factor A tiempo de fermentación (Dos tiempos de fermentación 3 y 6 días), factor B 3 formulaciones de zanahoria, espinaca y fresa (60% zanahoria: 20% espinaca: 20% fresa) (70% zanahoria: 15% espinaca: 15% fresa) (80% zanahoria: 10% espinaca: 10% fresa), formando 6 tratamientos y 3 repeticiones, más la adición de la cepa de *Lactobacillus casei* al 1% en todos los tratamientos. Hubo diferencias ($\leq 0,05$) entre los tratamientos en la acidez titulable (ácido ascórbico) y pH en el efecto de los días de fermentación de la bebida (3 y 6 días) AT 3.51 (6 días de fermentación) pH 3.93 (3 días de fermentación). Mientras que en el efecto de las formulaciones también existió diferencias estadísticas, teniendo mejores respuestas en AT la combinación Z70% E15% F15% (3.68) y en pH la formulación Z80% E10% F10% (4.16). Así mismo en la interacción días de fermentación y combinaciones hubo diferencias ($\leq 0,05$) teniendo mejores resultados en AT 6 días de fermentación Z60% E20% F20% (5.18) en pH 3 días de fermentación Z80% E10% F10% (4.34). Se adiciono el 1% de la cepa de *Lactobacillus casei* a todos los tratamientos, a los 3 días de fermentación en la dilución 10-3 se obtuvo un Log 5.78 UFC/ml, en el tratamiento (3 días de fermentación + Z80% E10% F10%). Log 6.08 UFC/ml, en el tratamiento (6 días de fermentación + Z80% E10% F10%), la norma NTE INEN 1343-3, establece que un alimento debe contener 1.0×10^6 (Log 6.0 UFC/ml), para ser considerado saludable en lo referente a bacterias probióticas. El contenido de hierro para el tratamiento (3 días de fermentación + Z80% E10% F10%) y (6 días de fermentación + Z80% E10% F10%) fue 2 ppm fue 2 ppm. En el análisis sensorial se midieron los atributos, color, consistencia, aroma y sabor, en el efecto de los días de fermentación no existieron diferencias estadísticas en consistencia, aroma y sabor, mientras que en color a los 3 días de fermentación presento una mejor respuesta 3.87. En el efecto de las formulaciones presentaron mejores respuestas en color, consistencia, aroma y sabor la formulación Z80% E10% F10% (4.54; 4.15; 4.54; 4.22). En la interacción días de fermentación y formulaciones fueron diferentes estadísticamente teniendo mejores respuestas a los 3 días Z80% E10% F10% (4.83; 4.26; 4.52; 4.17) y 6 días Z80% E10% F10% (4.26; 4.04; 4.61; 4.26).

Palabras clave: Bebida nutricional, Bacteria probiótica, Vitamina.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate whether the drink made with enriched carrot, spinach and strawberries meets the requirement of probiotic food and to analyze the vitamin C content, by titratable acidity and the iron content. A completely randomized experimental design was used with a factorial arrangement (2x3), as factor A fermentation time (Two fermentation times 3 and 6 days), factor B 3 formulations of carrot, spinach and strawberry (60% carrot: 20% spinach: 20% strawberry) (70% carrot: 15% spinach: 15% strawberry) (80% carrot: 10% spinach: 10% strawberry), forming 6 treatments and 3 repetitions, plus the addition of the *Lactobacillus casei* strain at 1% in all treatments. There were differences (≤ 0.05) between treatments in titratable acidity (ascorbic acid) and pH in the effect of the days of fermentation of the beverage (3 and 6 days) AT 3.51 (6 days of fermentation) pH 3.93 (3 days of fermentation). While in the effect of the formulations there were also statistical differences, having better responses in AT the combination Z70% E15% F15% (3.68) and in pH the formulation Z80% E10% F10% (4.16). Likewise in the interaction days of fermentation and combinations there were differences (≤ 0.05) having better results in AT 6 days of fermentation Z60% E20% F20% (5.18) in pH 3 days of fermentation Z80% E10% F10% (4.34). 1% of the *Lactobacillus casei* strain was added to all treatments, after 3 days of fermentation in the 10-3 dilution, a Log 5.78 CFU/ml was obtained in the treatment (3 days of fermentation + Z80% E10% F10%). Log 6.08 CFU/ml in the treatment (6 days of fermentation + Z80% E10% F10%), the NTE INEN 1343-3 standard establishes that a food must contain 1.0×10^6 (Log 6.0 CFU/ml) to be considered healthy in relation to probiotic bacteria. The iron content for the treatment (3 days of fermentation + Z80% E10% F10%) and (6 days of fermentation + Z80% E10% F10%) was 2 ppm. In the sensory analysis, the attributes color, consistency, aroma and flavor were measured. In the effect of the days of fermentation there were no statistical differences in consistency, aroma and flavor, while in color at 3 days of fermentation it presented a better response 3.87. In the effect of the formulations, they presented better responses in color, consistency, aroma and flavor the formulation Z80% E10% F10% (4.54; 4.15; 4.54; 4.22). In the interaction days of fermentation and formulations were statistically different having better responses at 3 days Z80% E10% F10% (4.83; 4.26; 4.52; 4.17) and 6 days Z80% E10% F10% (4.26; 4.04; 4.61; 4.26).

Keywords: Nutritional drink, Probiotic bacteria, Vitamin.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

En la década actual, los seres humanos están más preocupados por la nutrición aparte de los requerimientos diarios de ingesta de alimentos para obtener energía, y por lo tanto han agregado el consumo de alimentos más funcionales a su dieta. Durante las últimas décadas, se han realizado muchos estudios sobre alimentos funcionales, incluidos los probióticos. Varias publicaciones han citado que el consumo de alimentos que contienen microorganismos útiles conocidos como probióticos ayuda a la supervivencia de la flora intestinal autóctona y también controla su equilibrio dentro del intestino, confiriendo así efectos positivos para la salud de los humanos (Malik et al., 2019). La zanahoria (*Daucus carota L.*), además de ser una de las hortalizas más utilizadas y conocidas en la cocina cotidiana, da origen al zumo de zanahoria, que se considera uno de los zumos de verduras más populares (Almeida et al., 2020).

La zanahoria (*Daucus carota L.*), que tiene un sabor delicioso, un valor nutricional excepcional y varias ventajas para la salud, es un tubérculo. Las zanahorias poseen propiedades terapéuticas como ser antianémicas, anticancerígenas, antioxidantes, sedantes y agentes curativos. El alto contenido de carotenoides, compuestos fenólicos y ácido ascórbico de las zanahorias es responsable de su importante capacidad antioxidante. Las zanahorias son abundantes en fibra dietética, carotenoides, vitamina K, magnesio y varios otros nutrientes cruciales (Khalil et al., 2023). La espinaca (*Spinacia oleracea L.*) Es una buena fuente de vitaminas (vitamina A, complejo B, C y K), minerales (calcio, magnesio, potasio, hierro, fósforo, etc.), fibra, carotenoides (β -caroteno, luteína, etc.), clorofila y compuestos fenólicos que contribuyen a su capacidad antioxidante (Koc & Nur, 2017). Los frutos de la fresa, consumidos tanto frescos como procesados, pueden ser una fuente importante de fibra y compuestos que favorecen la salud gracias a canti-

dades considerables de diferentes fenoles. Los principales grupos de fitoquímicos presentes en las fresas son las antocianinas, los flavonoides y los ácidos fenólicos, así como la vitamina C, que proporcionan protección contra los radicales libres dañinos (Maksimović et al., 2015).

Los probióticos se definen como “microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del huésped” Teniendo en cuenta que los jugos derivados de plantas han demostrado ser portadores prometedores de probióticos, la fermentación directa de vegetales y jugos de frutas por LAB probióticas podría ser una herramienta para aumentar la seguridad, la vida útil, la biodisponibilidad de nutrientes y mejorar las características sensoriales de los jugos derivados de plantas (Bancalari et al., 2020). El grupo *Lactobacillus casei* (LCG), compuesto principalmente por las especies estrechamente relacionadas *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* y *Lactobacillus rhamnosus*, se encuentra entre algunas de las especies más estudiadas debido a su potencial comercial, industrial y de aplicación en la salud (Hill et al., 2018). La adición de cultivos probióticos a los productos alimenticios, además de las afirmaciones relacionadas con la salud, puede contribuir a la seguridad alimentaria mediante la producción de metabolitos como bacteriocinas y ácidos, siendo el ácido láctico uno de los principales componentes. Los ácidos producidos promueven la disminución del pH del medio, desfavoreciendo el crecimiento de patógenos (Colombo et al., 2019) El presente estudio se elaboró de una bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa como fuente de vitamina C y hierro. Con el objetivo de evaluar si la bebida cumple el requisito de alimento probiótico y analizar el contenido de vitamina C, mediante acidez titulable, pH y el contenido de hierro.

Materiales y métodos

Área de estudio y materiales experimentales

El estudio se realizó en el Laboratorio de Microbiología y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológica, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en Enero del 2025. Se utilizó zanahoria, espinaca y fresas en diferentes niveles más la adición de una cepa de *Lactobacillus casei* obtenida de la empresa de suplementos alimentarios VITAMATIC. USA

Preparación de la bebida

En el entorno industrial, la recepción de materias primas comenzó con la selección cuidadosa de proveedores confiables que puedan suministrar zanahorias frescas y espinacas de alta calidad de manera constante. Al recibir las zanahorias y espinacas, se realizaron inspecciones visuales y de calidad para asegurar que cumplen con los estándares establecidos. Toda la información sobre los lotes recibidos, incluyendo fechas, proveedores y resultados de las inspecciones, se registró meticulosamente para mantener la trazabilidad y asegurar la calidad desde el inicio del proceso.

El lavado industrial de las zanahorias se realizó utilizando equipos especializados como lavadoras de tambor o túneles de lavado, capaces de manejar grandes volúmenes de producto de manera eficiente. Este proceso incluye una fase de desinfección, con soluciones de hipoclorito de sodio, para eliminar cualquier residuo microbiológico. Para el pelado de las zanahorias, se utilizó peladoras que pueden procesar cantidades de producto de manera rápida y eficiente. Estas peladoras están diseñadas para retirar la piel de las zanahorias sin desperdiciar pulpa, optimizando tanto la calidad del producto como el rendimiento del proceso.

La trituración de las zanahorias peladas se llevó a cabo utilizando trituradoras o procesadoras de alimentos, que transforman las

zanahorias en una pulpa homogénea. Este paso es crucial para garantizar una textura uniforme en el producto final. cultivo de *Lactobacillus casei* en condiciones óptimas para su incorporación en la mezcla triturada de zanahorias. Equipos de dosificación automatizada aseguró la adición precisa y uniforme de esta bacteria, esencial para el proceso de fermentación y los beneficios probióticos de la bebida. Se realizaron controles de calidad para verificar la concentración y viabilidad de las bacterias en la mezcla, garantizando que se logren los resultados deseados.

El homogenizado se realizó utilizando homogeneizadores de alta presión, que garantizan una mezcla uniforme del jugo de zanahoria con otros ingredientes, mejorando la textura y estabilidad del producto final. Este proceso asegura que todos los componentes estén finamente dispersos, lo cual es crucial para mantener la consistencia y calidad de la bebida. Los parámetros críticos como la presión y el tiempo de homogeneización se controlaron y se registró cuidadosamente para asegurar la efectividad del proceso.

La pasteurización se llevó a cabo en pasteurizadores continuos que permiten un calentamiento preciso de la mezcla homogeneizada a 65 °C durante el tiempo necesario para eliminar patógenos y prolongar la vida útil del producto. El control y registro de la temperatura durante todo el proceso es fundamental para garantizar la seguridad del producto final. Pruebas periódicas validan la efectividad de la pasteurización, asegurando que el producto cumple con los estándares de seguridad alimentaria. Luego de la pasteurización se agrego el 1% de *Lactobacillus casei*.

Una vez envasada, la bebida se almacenará en condiciones controladas de temperatura y humedad para preservar su calidad y seguridad hasta el momento de la distribución. Los almacenes están equipados para mantener la estabilidad del producto, evi-

tando fluctuaciones que puedan comprometer su integridad.

Tratamientos en estudio

Tabla 1.

Tratamientos

T1	T2	T3	T4	T5	T6
3 días	3 días	3 días	6 días	6 días	6 días
Z60%	Z70%	Z80%	Z60%	Z70%	Z80%
E20%	E15%	E10%	E20%	E15%	E10%
F20%	F15%	F10%	F20%	F15%	F10%
Lc1%	Lc1%	Lc1%	Lc1%	Lc1%	Lc1%

3 y 6 días de fermentación; Z = zanahoria; E = espinaca; F = fresa; Lc = *Lactobacillus casei*; 3 repeticiones en todos los tratamientos.

Análisis bromatológico de la bebida

Se determino el contenido de vitamina C, analizado con acidez titulable (ácido ascórbico), lectura de pH, determinación de hierro, recuento de *Lactobacillus casei*, utilizando medio de cultivo MRS – Agar (Man Rogosa Sharpe), aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras utilizando placa petrifilm 3M.

Análisis sensorial

Se realizo el perfil sensorial de la bebida de zanahoria enriquecida con espinaca y fresa más la adición de *Lactobacillus casei*, los catadores fueron semi entrenados evaluando los atributos sabor, olor, color y aceptación.

Análisis estadístico

Para la presente investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial (2x3), como factor A tiempo de fermentación (Dos tiempos de fermentación 3 y 6 días), factor B 3 combinaciones de zanahoria, espinaca y fresa (60% zanahoria: 20% espinaca: 20% fresa) (70% zanahoria: 15% espinaca: 15% fresa) (80% zanahoria: 10% espinaca: 10% fresa), formando 6 tratamientos y 3 repeticiones,

Los tratamientos en estudio para evaluar la bebida de zanahoria enriquecida con espinaca y fresa más la adición de **Lactobacillus casei** se detallan a continuación:

más la adición de la cepa de *Lactobacillus casei* al 1% en todos los tratamientos, , se utilizará la prueba de rangos múltiples Tukey al 5% de probabilidad, analizando los datos estadísticos en InfoStat

Resultados

Los resultados estadísticos de la elaboración de una bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa como fuente de hierro y vitamina C, se detallan a continuación. En la tabla 1, el efecto de los días de fermentación de la bebida de zanahoria, en lo referente al componente de acidez titulable (ácido ascórbico) existe diferencias estadísticas a los (3 días 1.94 b; 6 días 3.51 a), teniendo como mejor resultado los 6 días de fermentación 3.51g ácido ascórbico/100 ml de jugo. Estos resultados son inferiores a los reportados por (Aderinola & Abaire, 2019) que en su investigación Aceptabilidad de calidad, composición nutricional y propiedades antioxidantes del jugo de zanahoria y pepino, encontraron valores superiores en varias mezclas de jugo de zanahoria y pepino (zanahoria 80% pepino 20% [21.07] zanahoria 70% pepino 30% [24.48]. En cuanto al pH de jugo de zanahoria enri-

quecido con diferentes niveles de espinaca y fresa se encontró diferencias estadísticas a los 3 días de fermentación 3.93 a y en los 6 días de fermentación 3.31 b. (Dimitrovski

et al., 2021) obtuvieron valores superiores de pH 4.0 en un jugo de calabaza probiótico por fermentación con la cepa probiótica comercial *Lactobacillus casei*.

Tabla 2.

Efecto de los días de fermentación de una bebida de zanahoria con la adición Lactobacillus casei enriquecida con espinaca y fresa como fuente de vitamina C y Hierro

Componentes	Días de Fermentación		P<
	3 días	6 días	
AT	1.94 b ^{1/}	3.51 a	<0.0001
pH	3.93 a	3.31 b	<0.0001

Z = zanahoria; E = espinaca; F = fresa. AT = Acidez titulable; pH = potencial de hidrógeno; 1/= Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (P<0.005). Acidez titulable tomando como referencia el ácido ascórbico.

En la tabla 2, se muestra el efecto de las formulaciones de la bebida de zanahoria, espinaca y fresa se observa que existe diferencias estadísticas entre las formulaciones, destacando la formulación Z70% E15% F15% (3.68 a) en lo referente a la acidez titulable (ácido ascórbico). Estos resultados son superiores a los analizados por (Sani & Sani, 2022), encontró 1.67 de vitamina C, en la Composición de vitaminas y minerales

antioxidantes del jugo fresco de zanahoria y repollo. El efecto de las diferentes formulaciones de zanahoria, espinaca y fresa en lo referente a pH se presentaron diferencias estadísticas (3.36 b; 3.23 c; 4.16 a). (Pereira et al., 2011) obtuvieron potencial de hidrógeno superiores en una Bebida probiótica de jugo de manzana fermentado con *Lactobacillus casei* (4.70 pH a 15°C y 4.70 pH a 37°C)

Tabla 3.

Efecto de las formulaciones de zanahoria, espinaca y fresa en la elaboración de una bebida con la adición de Lactobacillus casei

Componentes	Formulaciones			P<
	Z60% E20 F20%	Z70% E15% F15%	Z80% E10% F10%	
AT	3.36 b ^{1/}	3.68 a	1.14 c	<0.0001
pH	3.48 b	3.23 c	4.16 a	<0.0001

Z = zanahoria; E = espinaca; F = fresa. AT = Acidez titulable; pH = potencial de hidrógeno; 1/= Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (P<0.005). Acidez titulable tomando como referencia el ácido ascórbico.

El efecto de la interacción de los días de fermentación y formulación de la bebida de zanahoria con la adición *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa como fuente de vitamina C y Hierro, se muestra en la tabla 3, tienen diferencias estadísticas en cuanto a los días de fermentación y a las formulaciones, teniendo como mejor resultado el T6 (6 días de fermentación Z60% E20% F20% 5.18 a). (Liu et al., 2018) encontraron 1.11g/100 ml de ácido ascórbico en jugo de tomate en su investigación Efectos beneficiosos del jugo de tomate fermentado con *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei*. Mientras que en la interacción de los días de fermentación y las formulaciones son diferentes (3 días Z70% E15% F15% 3.41c; 3 días Z80% E10% F10% 4.34a; 6 días Z60% E20% F20% 2.93e; 6 días Z70%

E15% F15% 3.05d) mientras que fueron iguales estadísticamente (3 días Z60% E20% F20% 4.03b; 6 días Z80% E10% F10% 3.96b). (Saori et al., 2016) en su investigación Desarrollo de una mezcla de jugo de arándanos y zanahoria fermentado con *Lactobacillus reuteri* reportan valores de pH (3.84 sin fermentar y 3.1 fermentado). (Rahman et al., 2023) manifiestan que numerosos estudios han demostrado que las frutas y verduras probióticas utilizan carbohidratos durante la fermentación, aumentando la acidez y reduciendo el pH. Durante la fermentación, la acidez y el pH se reducen rápidamente debido a la síntesis de ácido láctico por parte de las bacterias lácticas. Las verduras y frutas con alto contenido de azúcar producen más ácido que otros tipos de alimentos.

Tabla 4.
Efecto de la interacción de los días de fermentación y formulaciones de una bebida de zanahoria con la adición Lactobacillus casei enriquecida con espinaca y fresa como fuente de vitamina C y Hierro

Días				
Fermentación	Formulación	AT	pH	P<
3 días	Z60% E20% F20%	1.54 d	4.03 b	<0.0001
3 días	Z70% E15% F15%	3.37 c ^{1/}	3.41 c	<0.0001
3 días	Z80% E10% F10%	0.92 f	4.34 a	<0.0001
6 días	Z60% E20% F20%	5.18 a	2.93 e	<0.0001
6 días	Z70% E15% F15%	3.99 b	3.05 d	<0.0001
6 días	Z80% E10% F10%	1.36 e	3.96 b	<0.0001

Z = zanahoria; E = espinaca; F = fresa. AT = Acidez titulable; pH = potencial de hidrógeno; 1/= Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (P<0.005). Acidez titulable tomando como referencia el ácido ascórbico.

El análisis microbiológico se lo realizó de los mejores tratamientos en los tiempos de fermentación (3 y 6 días) esta elección de derivó del análisis sensorial, a los 3 días de fermentación el tratamiento 3 (Z80%, E10% F10%) en lo referente al recuento de Lacto-

bacillus casei, la mayor cantidad se obtuvo en la dilución 10^{-3} 6.30×10^5 UFC/ml (Log 5.79 UFC/ml), resultado que al ser comparado con las norma Ecuatoriana NTE-INEN 1313-3 (Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables) establece 1.6×10^6 UFC/ml (Log 6.0 UFC/ml), para que una bebida sea considerada probiótica. Mientras que a los 6 días de fermentación el tratamiento evaluado fue el tratamiento 6 (Z80%, E10% F10%), en la dilución 10^{-3} se entraron 1.216 $\times 10^6$ UFC/ml (Log 6.08 UFC/ml) de *Lactobacillus casei*, cantidad que al ser relacionada con la norma NTE-INEN 1313-3, cumple con la condición de una bebida probiótica. Estos resultados son inferiores a los reportados por (Parveen & Tul-Ain, 2023) Utilizaron *Lactobacillus casei* en jugo de durazno como sustrato para desarrollar una bebida probiótica, obteniendo Log 8.66 UFC/ml. De la misma manera (Malik et al., 2019) evaluaron el crecimiento de bacterias ácido lácticas potencialmente probióticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei*) en sustratos de jugo de zanahoria y remolacha, obteniendo en jugo de zanahoria poblaciones de *Lactobacillus casei* en una semana de fermentación Log 8.35 UFC/ml y en 3 semanas Log 8.02 UCF/ml. Así mismo (Sivudu et al., 2016) en su investigación Optimización de la cofermentación de jugos de zanahoria y tomate

por bacterias probióticas y levaduras, obtuvieron Log 8.0 UFC/ml de *Lactobacillus casei* a las 24 horas de fermentación del jugo de zanahoria y tomate. También (Muhialdin et al., 2021) evaluaron la actividades biológicas durante la lactofermentación de jugo de yaca utilizando *Lactobacillus casei*, obteniendo en diferentes semanas de fermentación (0 semanas Log 8.17 UFC/ml; 1 semana Log 8.123 UFC/ml; 2 semanas Log 7.838 UFC/ml; 3 semanas 7.672 UFC/ml) (Rahman et al., 2023) manifiestan que los probióticos son microorganismos beneficiosos que se encuentran principalmente en los productos lácteos y que aportan ventajas a la salud humana. Para beneficiarse de ellos, se deben consumir no menos de 106–107 unidades formadoras de colonias (UFC)/ml de probióticos al día. Otra investigación sobre la ingestión de probióticos recomendó una dosis mínima de 109 UFC por ración de productos alimenticios. Los probióticos generalmente contienen varios tipos de bacterias, por ejemplo, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* y *Bifidobacterium*.

El contenido de Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras, se encontraron UFC/ml en concentraciones por debajo de las normas INEN de referencia, lo que conlleva a aceptar la calidad microbiológica de la bebida de zanahoria.

Tabla 5.

Análisis de Lactobacillus casei, Escherichia coli, Mohos y Levaduras, de una bebida de zanahoria enriquecida con espinaca y fresa

		Diluciones			
Microorganismo	T	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	Norma
<i>Lactobacillus casei</i>	T3	3.27×10^4 Log 4.51	2.862×10^5 Log 5.45	6.30×10^5 Log 5.78	NTE-INEN 1343-3 1.0×10^6
<i>Aerobios mesófilos</i>	T3	6	5	5	NTE-INEN-1529-5 < 10
<i>Escherichia coli</i>	T3	0	0	0	NTE INEN-1529-8 < 3

<i>Mohos</i>	T3	0	0	0	NTE INEN-1529-10 < 10
					NTE INEN-1529-10 < 10
<i>Levaduras</i>	T3	0	0	0	
<i>Lactobacillus casei</i>	T6	4.28 x 10 ⁴ Log 4.63	3.552 x 10 ⁵ Log 5.55	1.216 x 10 ⁶ Log 6.08	NTE-INEN 1343-3 1.0 x 10 ⁶
<i>Aerobios mesófilos</i>	T6	7	5	6	NTE-INEN-1529-5 < 10
<i>Escherichia coli</i>	T6	2	0	0	NTE INEN-1529-8 < 3
<i>Mohos</i>	T6	6	5	4	NTE INEN-1529-10 < 10
<i>Levaduras</i>	T6	3	5	5	NTE INEN-1529-10 < 10

T3 = 3 días de fermentación + 80% zanahoria 10% espinaca 10% fresa: T6 = 6 días de fermentación + 80% zanahoria 10% espinaca 10% fresa. Las medias están expresadas en UFC/ml.

El contenido de hierro de una bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa se detalla en la tabla 5, los resultados para el T3 y T6 fueron iguales a 2 ppm (2 mg/L). (Haro et al., 2005) reportan que la ingesta dietética de referencia de hierro es muy variable, pero tomando en cuenta que la bebida de zanahoria es para hombres 19 a 70 años la ingesta diaria es de 8mg/d y 45mg/d de límite superior tolerado, mientras que para mujeres de 19 a 50 años la

ingesta diaria es de 18mg/d y 45mg/d de límite superior tolerado. Estos resultados son inferiores a los reportados por (Manzoor et al., 2020) quienes evaluaron Nuevas técnicas de procesamiento y jugo de espinaca, obteniendo 6. 68 mg/L de hierro en jugo de espinaca. (Khuram et al., 2014) obtuvieron 5mg/L en la carbonatación en la composición química y la vida útil del jugo de zanahoria. Mientras que (Grubišić et al., 2022) reportaron 1.64 mg/L de hierro en jugo de zanahoria.

Tabla 6.
Contenido de hierro de una bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa

Componentes	Contenido de Hierro	
	T3	T6
Fe	2 ppm ^{1/}	2 ppm

T3 = 3 días de fermentación + 80% zanahoria 10% espinaca 10% fresa: T6 = 6 días de fermentación + 80% zanahoria 10% espinaca 10% fresa. 1/(ppm) miligramos/Litro.

En el análisis sensorial se midieron los atributos, color, consistencia, aroma y sabor, en el efecto de los días de fermentación no existieron diferencias estadísticas en consistencia, aroma y sabor, mientras que en color a los 3 días de fermentación presentaron una mejor respuesta 3.87. En el efecto de las formulaciones presentaron mejores respuestas en color, consistencia, aroma y sabor las formulaciones Z80% E10% F10% (4.54; 4.15; 4.54; 4.22). En la interacción días de fermentación y formulaciones fueron diferentes estadísticamente teniendo mejores respuestas a los 3 días Z80% E10% F10% (4.83; 4.26; 4.52; 4.17) y 6 días Z80% E10% F10% (4.26; 4.04; 4.61; 4.26).

(Rezaei et al., 2022) analizaron una bebida de uva negra adicionándole *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus brevis*, obtuvieron mejores resultados en la evaluación sensorial Sabor 4.97; Olor 5.00; Color 4.97; Aceptación 4.85, a los 7 días de fermentación. (Marnpae et al., 2022) realizaron una bebida probiótica de fruta gac (*Momordica cochinchinensis*) fermentada con *Lactobacillus paracasei*, obteniendo resultados sensoriales Sabor 4.32; Olor 4.08; Aceptación 4.68. (Valero et al., 2023) desarrollaron bebidas veganas simbióticas evaluando la viabilidad probiótica y perfil sensorial, obteniendo en jugo de zanahoria en Aroma 2.50; Sabor 4.07.

Tabla 7.

Análisis sensorial de la bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa

Días de fermentación	Formulación	Color	Consistencia	Aroma	Sabor
3 días	Z60% E20% F20%	3.39 b	3.04 a	3.83 ab	3.39 abc
3 días	Z70% E15% F15%	3.39 b	4.00 ab	3.52 a	3.26 ab
3 días	Z80% E10% F10%	4.83 c	4.26 b	4.52 ab	4.17 bc
6 días	Z60% E20% F20%	3.17 ab	3.43 ab	3.74 ab	3.61 abc
6 días	Z70% E15% F15%	2.39 a	3.87 ab	3.87 ab	3.17 a
6 días	Z80% E10% F10%	4.26 c	4.04 ab	4.61 b	4.26 c
	P<	<0.0001	0.0453	0.0175	0.0021

Conclusiones

Este estudio demuestra la utilización de varios niveles de zanahoria, espinaca y fresa más la adición de *Lactobacillus casei* en la elaboración de una bebida. A los 6 días

de fermentación de la bebida de zanahoria (Z80% E10% F10%) Log. 6.08 UFC/ml, mientras que el mejor contenido de vitamina C (acidez titulable; ácido ascórbico) fue 5.18g/100 ml (6 días de fermentación Z60% E20% F20%). La mejor respuesta de pH fue

4.34 (Z80% E10% F10% a los 3 días de fermentación), el contenido de hierro fue 2 ppm (2 mg/litro) en el T3 y T6. En lo referente si la bebida cumple los requisitos para ser considerada probiótica, la norma Ecuatoriana NTE-INEN-1343-3 establece 1×10^6 (Log 6.0) UFC/ml, por lo consiguiente se necesita realizar estudios con diferentes dosis de aplicación así también la utilización de cultivos mixtos en bebidas de frutas y hortalizas.

Bibliografía

- Aderinola, T., & Abaire, K. (2019). Quality Acceptability, Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Carrot-Cucumber Juice. MDPI, 3–11. <https://doi.org/10.3390/beverages5010015>
- Almeida, B., da Silva, R., Chagas, A., Caraschi, J., Cunha, D., Souza, E., & Lee, D. (2020). Production of *Pleurotus ostreatus* var. Florida on briquettes and recycling its spent substrate as briquettes for fuel grade biosolids. Journal of Cleaner Production, 274. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123919>
- Bancalari, E., Castellone, V., Bottari, B., & Gatti, M. (2020). Wild *Lactobacillus casei* Group Strains: Potentiality to Ferment Plant Derived Juices. Foods MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods9030314>
- Colombo, T., Jensen, S., Barao, C., & Marcolino, V. (2019). Fruit Juices as Probiotic Foods. Sports and Energy Drinks, 10, 481–513. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815851-7.00014-0>
- Dimitrovski, D., Hristo, M. D., & Doneva-shapceska, D. (2021). Developing probiotic pumpkin juice by fermentation with commercial probiotic strain *Lactobacillus casei* 431. Food Processing and Preservation, January, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15245>
- Grubišić, S., Kristić, M., Lisjak, M., Špoljarić, K., Petrović, S., Vila, S., & Rebekić, A. (2022). Effect of Wheatgrass Juice on Nutritional Quality of Apple, Carrot, Beet, Orange and Lemon Juice. Foods MDPI, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11030445>
- Haro, J., Martínez, C., Periago, M., & Ros, J. (2005). Prevención de la deficiencia en hierro mediante el enriquecimiento de los alimentos. AN. VET. (MURCIA), 21, 7–21.
- Hill, D., Sugrue, I., Tobin, C., Hill, C., Stanton, C., Ross, R. P., & Ross, R. P. (2018). The *Lactobacillus casei* Group: History and Health Related Applications. Frontier in Microbiology, 9(September), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02107>
- Khalil, A., Khalid, A., Abid, Z., Proestos, C., Bhat, Z., Shahbaz, M., & Aadil, R. (2023). Comparing the antioxidant properties and volatile compounds of carrot-orange juice blend processed through varied chemical, pasteurization and ultrasound conditions. Ultrasonics Sonochemistry, 98, 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106534>
- Khuram, H., Aslam, W., Shakeel, A., Shoaib, M., Sikandar, H. A., Naheed, N., & Raza, M. S. (2014). Effect of carbonation on the chemical composition and shelf life effect of carbonation on the chemical composition and shelf life of carrot juice. J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci, July 2020. <https://doi.org/10.17957/JGIASS/2.1.439>
- Koc, G., & Nur, S. (2017). Spray Drying of Spinach Juice: Characterization, Chemical Composition, and Storage. Journal of Food Science, 82 n 12, 12. <https://doi.org/doi:10.1111/1750-3841.13970>
- Liu, Y., Chen, H., Chen, W., Zhong, Q., Zhang, G., & Chen, W. (2018). Beneficial Effects of Tomato Juice Fermented by *Lactobacillus Plantarum* and *Lactobacillus Casei*: Antioxidation, Antimicrobial Effect, and Volatile Profiles. Molecules, 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules23092366>
- Maksimović, J., Poledica, M., Mutavdžić, D., Mojović, M., Radivojević, D., & Milivojević, J. (2015). Variation in Nutritional Quality and Chemical Composition of Fresh Strawberry Fruit: Combined Effect of Cultivar and Storage. Plant Foods Hum Nutr. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0464-3>
- Malik, M., Bora, J., & Sharma, V. (2019). Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Lactobacillus casei*) in carrot and beetroot juice substrates. Food Processing and Preservation, 8. <https://doi.org/DOI:10.1111/jfpp.14214>
- Manzoor, M., Ahmed, Z., Ahmad, N., Aadil, R., Rahman, A., Roobab, U., Rehman, A., Siddique, R., Zeng, X., & Siddeeg, A. (2020). Novel processing techniques and spinach juice: Quality and safety improvements. Journal of Food Science, 00, 9. <https://doi.org/doi:10.1111/1750-3841.15107>
- Marnpae, M., Chusak, C., Balmori, V., Kamonsuwan, K., Dahlan, W., Nhujak, T., Hamid, N., & Adisakwattana, S. (2022). Probiotic Gac fruit beverage

- fermented with *Lactobacillus paracasei* : Physiochemical properties , phytochemicals , antioxidant activities , functional properties , and volatile flavor compounds. *LWT*, 169(July), 113986. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113986>
- Muhialdin, B. J., Shobirin, A., Hussin, M., Kadum, H., Abdul, A., & Haniff, A. (2021). Metabolomic changes and biological activities during the lacto-fermentation of jackfruit juice using *Lactobacillus casei* ATCC334. *LWT*, 141(November 2020), 110940. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110940>
- Parveen, S., & Tul-Ain, Q. (2023). Utilization of Peach Juice as Substrate for *Lactobacillus casei* to Develop Probiotic Beverage. *FUTURISTIC BIOTECHNOLOGY*, 12–18. <https://doi.org/DOL:https://doi.org/10.54393/fbt.v3i01.37>
- Pereira, A. L. F., Maciel, T. C., & Rodrigues, S. (2011). Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *FRIN*, 44(5), 1276–1283. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.035>
- Rahman, S., Emon, D. Das, Toma, M. A., Aziz, M. G., & Alim, A. (2023). Recent advances in probiotic of fruit and vegetable juices. *JOURNAL OF ADVANCED VETERINARY AND ANIMAL RESEARCH*, 7710(September), 522–537. <https://doi.org/http://doi.org/10.5455/javar.2023.j706>
- Rezaei, M., Sharifan, A., & Bakhoda, H. (2022). Measurement : Food Producing and analyzing gamma-aminobutyric acid containing probiotic black grape juice using *Lactobacillus plantarum* IBRC (10817) and *Lactobacillus brevis* IBRC (10818). *Measurement: Food*, 8(September), 100056. <https://doi.org/10.1016/j.measfoo.2022.100056>
- Sani, A., & Sani, S. (2022). BIOREMEDIATION SCIENCE AND TECHNOLOGY Antioxidant Vitamins and Minerals Composition of Fresh Carrot-Cabbage Juice. *BIOREMEDIATION SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH*, 10(1), 10–13. <https://doi.org/doi.org/10.54987/bstr.v10i1.682>
- Saori, C., Mauro, I., Guergoletto, K. B., & Garcia, S. (2016). Development of Blueberry and Carrot Juice Blend Fermented by *Lactobacillus reuteri* LR92. *Beverages* MDPI. <https://doi.org/10.3390/beverages2040037>
- Sivudu, N., Ramesh, B., & Kumar, V. (2016). Optimization of co-fermentation of carrot and tomato juices by probiotic bacteria and yeast using a central composite design. *Nutrafoods*, 191–205. <https://doi.org/10.17470/NF-016-1036-3>
- Valero, E., Frutos, M., & Pérez, F. (2023). Development of synbiotic vegan beverages : probiotic viability , sensory profile , consumers ' acceptance and functional stability. *Food Science and Technology*, 2325–2335. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16361>

Cómo citar: Quintana Zamora, J. G., García Dávila, Y. N., Parrales Gallo, M. A., & Lino Ganchozo , M. F. (2025). Elaboración de una bebida de zanahoria con la adición de *Lactobacillus casei* enriquecida con espinaca y fresa como fuentes de vitamina C y hierro. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 3(1), 4–15. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v3.n1.2025.4-15>