

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE POSGRADO

INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA INFLUENCIA DE BACTERIAS LÁCTICAS
(PROBIÓTICOS) EN LA MASA MADRE UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE
PAN

Autor:

Sara Pilar Aucancela Sánchez

Evelyn Andrea Mosquera García

Director:

Ing. Juan Valenzuela Cobos. PhD

Milagro, 2024

Derechos de autor

**Sr. Dr.
Fabricio Guevara Viejó**
Rector de la Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Nosotras, **Sara Pilar Aucancela Sánchez y Evelyn Andrea Mosquera García** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Biotecnología**, como aporte a la línea de Investigación SOBERANÍA ALIMENTARIA Y AGROBIODIVERSIDAD. TRANSFORMACIÓN Y AGREGACIÓN DE VALOR DE PRODUCTOS VEGETALES LACTEOS Y CARNICOS Y SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, **30 de Octubre del 2024**



Sara Pilar Aucancela Sánchez
C.I.: 0918204975



Evelyn Andrea Mosquera García
C.I.: 1721765285

Aprobación del tutor del Trabajo de Titulación

Yo, **Juan Diego Valenzuela Cobos**, en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Sara Pilar Aucancela Sánchez y Evelyn Andrea Mosquera García** cuyo tema es **INFLUENCIA DE BACTERIAS LÁCTICAS (PROBIÓTICOS) EN LA MASA MADRE UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE PAN**, que aporta a la Línea de Investigación **SOBERANÍA ALIMENTARIA Y AGROBIODIVERSIDAD. TRANSFORMACIÓN Y AGREGACIÓN DE VALOR DE PRODUCTOS VEGETALES LACTEOS Y CARNICOS Y SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS**, previo a la obtención del Grado **Magíster en BIOTECNOLOGÍA**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, **30 de Octubre del 2024**



Firmado electrónicamente por:
**JUAN DIEGO
VALENZUELA COBOS**

Ing. Juan Diego Valenzuela Cobos. PhD

C.I.: 0927981670

Aprobación del tribunal calificador



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO FACULTAD DE POSGRADO CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**, presentado por **BIOL. AUCANCELA SANCHEZ SARA PILAR**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "INFLUENCIA DE BACTERIAS LÁCTICAS (PROBIÓTICOS) EN LA MASA MADRE UTILIZADA EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACIÓN.", las siguientes calificaciones:

| | |
|--------------------|------------------|
| TRABAJO ESCRITO | 59.00 |
| SUSTENTACIÓN | 40.00 |
| PROMEDIO | 99.00 |
| EQUIVALENTE | Excelente |



JORGE FABRICIO
GUEVARA VIEJO

Ph.D. GUEVARA VIEJO JORGE FABRICIO
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



DELIA DOLORES
NORIEGA VERDUGO

Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
VOCAL



MARIA FERNANDA
GARCÉS MONCAYO

Msc GARCÉS MONCAYO MARÍA FERNANDA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADO
CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**, presentado por **MOSQUERA GARCIA EVELYN ANDREA**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "INFLUENCIA DE BACTERIAS LÁCTICAS (PROBIÓTICOS) EN LA MASA MADRE UTILIZADA EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACIÓN.", las siguientes calificaciones:

| | |
|--------------------|------------------|
| TRABAJO ESCRITO | 59.00 |
| SUSTENTACIÓN | 40.00 |
| PROMEDIO | 99.00 |
| EQUIVALENTE | Excelente |



JORGE FABRICIO
GUEVARA VIEJO

Ph.D. GUEVARA VIEJO JORGE FABRICIO
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



DELIA DOLORES
NORIEGA VERDUGO

Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
VOCAL



MARÍA FERNANDA
GARCES MONCAYO

Msc GARCES MONCAYO MARÍA FERNANDA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Sara Pilar Aucancela Sánchez

A Dios por ser esa fuerza inexplicable que día a día enciende mis días. Hasta el cielo, donde están mis padres por haber sembrado en mí esos principios de trabajo honesto para alcanzar mis metas.

A mis amados hijos Arianna y Jefferson por su amor y apoyo incondicional.

A mi esposo Jeferson, que no ha soltado mi mano y ha caminado junto a mí en este proyecto profesional.

A mi hermana que me ha escuchado y consolado en los momentos difíciles.

Evelyn Andrea Mosquera García

A Dios por darme la vida, la salud, la fortaleza y guiarme en cada paso de este logro académico.

A mis padres por su amor y apoyo incondicional en mi educación y crecimiento profesional, impulsándome y dándome ánimos día a día para cumplir con las metas que me he propuesto alcanzar. También, al resto de mi familia por confiar en mí sin dudar ni un solo momento de mi capacidad.

AGRADECIMIENTOS

A nuestros docentes que formaron parte de este proceso académico por transmitir sus valiosos conocimientos y experiencias que han contribuido a nuestro aprendizaje y a culminar con éxito esta etapa profesional.

A nuestros compañeros por compartir sus vivencias que enriquecieron las conversaciones del aula.

Resumen

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo, realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el uso de bacterias ácido-lácticas como probióticos en la elaboración de masa madre para pan y sus efectos sobre las características organolépticas, microbiológicas y nutricionales del producto final, así como sus beneficios potenciales para la salud.

A lo largo de los 5 capítulos de la presente investigación, se abordan los diferentes tipos de fermentos existentes, empleando una metodología no experimental apoyado en la literatura de diferentes autores. En este enfoque la recopilación y el análisis de los datos cualitativos se realiza a partir del análisis de los diversos conceptos.

Como resultado se ha determinado que los ácidos lácticos, especialmente aquellos utilizados en la fermentación probiótica, representan una fuente prometedora de proteínas de alta calidad.

Se concluye que la fermentación de la masa madre con ácidos lácticos no solo mejora la calidad sensorial y nutricional del pan, sino que también ofrece beneficios digestivos, metabólicos y funcionales. En virtud de ello, se recomienda seguir investigando las propiedades nutricionales y funcionales de la masa madre y su fermentación ácido láctica, además de explorar nuevos métodos de extracción y procesamiento.

PALABRAS CLAVES: probióticos, microbiológicas, ácido-lácticas, fermentación, masa madre.

Abstract

The objective of this research work is to carry out an exhaustive bibliographic review on the use of lactic acid bacteria as probiotics in the production of sourdough for bread and its effects on the organoleptic, microbiological and nutritional characteristics of the final product, as well as its benefits. potential for health.

Throughout the 5 chapters of this research, the different types of existing ferments are addressed, using a non-experimental methodology supported by the literature of different authors. In this approach, the collection and analysis of qualitative data is carried out based on the analysis of the various concepts.

As a result, it has been determined that lactic acids, especially those used in probiotic fermentation, represent a promising source of high-quality proteins.

It is concluded that fermentation of sourdough with lactic acids not only improves the sensory and nutritional quality of bread, but also offers digestive, metabolic and functional benefits. By virtue of this, it is recommended to continue investigating the nutritional and functional properties of sourdough and its lactic acid fermentation, in addition to exploring new extraction and processing methods.

KEYWORDS: probiotics, microbiological, lactic acid, fermentation, sourdough.

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente bacterias lácticas (probióticos) en la masa madre. | 5 |
| Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente propiedades organolépticas del pan..... | 6 |
| Tabla 3: Operacionalización de la variable dependiente condiciones de fermentación. | 6 |
| Tabla 4: Tipos de procesos de fermentación..... | 19 |
| Tabla 5: Bacterias ácido-lácticas en el proceso de fermentación de la masa madre. | 30 |
| Tabla 6: Tipos de masa madre según sus principales componentes..... | 37 |

Índice / Sumario

| | |
|--|---------------|
| <i>Derechos de Autor</i> | <i>i</i> |
| <i>Aprobación del Tutor del Trabajo de Titulación</i> | <i>ii</i> |
| <i>Certificación de Defensa</i> | <i>iii-iv</i> |
| <i>Dedicatoria</i> | <i>v</i> |
| <i>Agradecimientos</i> | <i>vi</i> |
| <i>Resumen</i> | <i>vii</i> |
| <i>Abstract</i> | <i>viii</i> |
| <i>Introducción</i> | <i>1</i> |
| CAPÍTULO I: El Problema de la Investigación | 2 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2. Delimitación del problema | 3 |
| 1.3. Formulación del Problema | 3 |
| 1.4. Preguntas de investigación | 3 |
| 1.5. Objetivos | 4 |
| 1.5.1 Objetivo general | 4 |
| 1.5.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.6. Hipótesis | 5 |
| 1.7. Declaración de las variables (Operacionalización) | 5 |
| 1.8. Justificación | 6 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1. Marco Conceptual | 12 |
| CAPÍTULO III: Diseño Metodológico | 39 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 39 |
| 3.2. Población y la muestra | 42 |
| 3.3. Los métodos y las técnicas | 42 |
| 3.4. Procesamiento estadístico de la información | 42 |
| CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados | 42 |
| 4.1. Análisis e Interpretación de Resultados | 43 |
| 4.2. Relación entre la Microbiota de la Masa Madre y la Producción de Ácido Láctico | 43 |
| 4.3. Impacto del Tiempo de Fermentación en las Propiedades Organolépticas | 44 |
| 4.4. Relación entre pH y la Actividad Enzimática en la Masa Madre | 44 |
| 4.5. Correlación entre la Producción de CO ₂ y la Estructura del Pan | 45 |
| 4.6. Beneficios del uso de la masa madre | 46 |
| CAPÍTULO V: Conclusiones, Discusión y Recomendaciones | 49 |
| 5.1. Discusión | 50 |
| 5.2. Conclusiones | 50 |
| 5.3. Recomendaciones | 52 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |
| <i>Bibliografía</i> | 53 |
| ANEXOS | 57 |

Introducción

La elaboración de pan con masa madre ha experimentado un resurgimiento en las últimas décadas, impulsada por la tendencia hacia productos artesanales, saludables y sostenibles. Entre los métodos más tradicionales y valorados destaca el uso de fermentos ácido lácticos en la preparación de la masa madre, un proceso milenario que no solo mejora el sabor y la textura del pan, sino que también aporta beneficios para la salud. El fermento ácido láctico juega un papel crucial en la fermentación de la masa, donde bacterias ácido lácticas (BAL) interactúan con las levaduras para crear una estructura y un sabor característicos.

Al mismo tiempo que aumentan la digestibilidad y prolongan la vida útil del producto final. Este estudio tiene como objetivo analizar el proceso de elaboración del pan de masa madre utilizando fermento ácido láctico, identificando sus propiedades únicas, los factores que influyen en la fermentación y el impacto en las características sensoriales y nutricionales del pan. A través de este análisis, se busca entender cómo este enfoque tradicional puede seguir adaptándose a las tendencias actuales de consumo, manteniendo su valor artesanal mientras se exploran nuevas aplicaciones en la panadería moderna.

Esta investigación tiene como propósito entregar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el uso de bacterias ácido-lácticas como probióticos en la elaboración de masa madre para pan, con el fin de identificar sus efectos sobre las características microbiológicas, organolépticas y nutricionales del producto final, así como sus beneficios potenciales para la salud. A lo largo de los 5 capítulos de la presente investigación, se abordan los diferentes tipos de fermentos existentes, su procedencia y más aún sus bondades.

Capítulo I: El problema de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

La elaboración de pan con masa madre ha ganado popularidad en los últimos años, no solo por sus características organolépticas únicas, sino también por los potenciales beneficios para la salud asociados con su fermentación natural. En este contexto, el uso de bacterias ácido-lácticas, también conocidas como probióticos, ha emergido como un área de interés debido a sus efectos beneficiosos en diversos aspectos de la calidad del pan.

Sin embargo, la integración de estas bacterias en el proceso de fermentación de masa madre plantea varias cuestiones que aún no han sido suficientemente exploradas o comprendidas. Uno de los principales problemas es la falta de información detallada sobre cómo las bacterias ácido-lácticas afectan las propiedades microbiológicas del pan. Aunque se reconoce que estas bacterias pueden influir en la fermentación y el control de microorganismos patógenos.

El impacto preciso en la dinámica microbiológica de la masa madre y la estabilidad del pan durante su almacenamiento aún no está claramente definido. Además, la influencia de las bacterias ácido-lácticas en las características organolépticas del pan, como el sabor, la textura y el aroma, presenta otro desafío. A pesar de que algunos estudios sugieren que estas bacterias pueden mejorar ciertos aspectos sensoriales del pan, existe una variabilidad en los resultados y en cómo estas bacterias afectan las propiedades organolépticas en diferentes condiciones de elaboración.

Otro aspecto crucial es el efecto de las bacterias ácido-lácticas en el perfil nutricional del pan. Si bien se sabe que estas bacterias pueden producir 3 compuestos bioactivos y mejorar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes, la magnitud de estos efectos y su

relevancia para la salud humana no han sido suficientemente investigadas. Dado el interés creciente en los beneficios probióticos de los alimentos, es esencial abordar estos problemas para comprender mejor el potencial de las bacterias ácido-lácticas en la elaboración de pan con masa madre.

Esta comprensión es clave para optimizar el proceso de fermentación, mejorar la calidad del pan y maximizar sus beneficios para la salud.

1.2 Delimitación del problema

El presente trabajo investigativo se enfoca en estudios globales relevantes sobre panificación artesanal e industrial, excluyendo otros tipos de productos de panadería, para ello se considera la revisión bibliográfica de aproximadamente 40 documentos de los últimos cinco años, ejecutada en relación a este tema.

1.3 Formulación del problema

El uso de bacterias ácido-lácticas (probióticos) en la elaboración de masa madre para pan ha sido reconocido por sus potenciales beneficios, existe una falta de comprensión detallada sobre cómo estas bacterias afectan diversas dimensiones del proceso de panificación y el producto final. La falta de información precisa impide una valoración completa de los beneficios potenciales de las bacterias acidolácticas en la producción de pan.

1.4 Preguntas de investigación

Para una comprensión más profunda de los efectos de las bacterias ácido-lácticas en la elaboración de pan con masa madre y sus implicaciones prácticas y saludables, se han elaborado las siguientes preguntas.

1. ¿Cómo afecta la incorporación de bacterias ácido-lácticas en la masa madre a la dinámica microbiológica del pan durante el proceso de fermentación y almacenamiento?
2. ¿Qué efectos tienen las bacterias ácido-lácticas sobre las características organolépticas del pan, tales como sabor, textura, aroma y color, en comparación con la masa madre sin estas bacterias?
3. ¿En qué medida las bacterias ácido-lácticas alteran el perfil nutricional del pan, incluyendo la producción de compuestos bioactivos y la biodisponibilidad de nutrientes?
4. ¿Cuáles son los beneficios potenciales para la salud asociados con el consumo de pan elaborado con masa madre fermentada con bacterias ácido-lácticas, y cómo se comparan estos beneficios con los del pan elaborado sin estas bacterias?
5. ¿Cuáles son las mejores prácticas y condiciones para la integración efectiva de bacterias ácido-lácticas en la masa madre, y qué desafíos y oportunidades presenta esta integración en la industria panadera?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el uso de bacterias ácido lácticas como prebióticos en la elaboración de masa madre para pan y sus efectos sobre las características organolépticas, microbiológicas y nutricionales del producto final, así como sus beneficios potenciales para la salud.

1.5.2 Objetivos específicos

- Definir el procedimiento a seguir para la incorporación de bacterias ácido lácticas en el proceso de elaboración de masa madre.
- Determinar las bacterias ácido lácticas predominantes en el proceso de fermentación de la masa madre utilizada en la elaboración del pan.
- Establecer la procedencia de las bacterias ácido lácticas utilizadas en la obtención de masa madre para elaborar pan.
- Señalar las propiedades nutricionales y organolépticas que aportan las cepas bacterianas utilizadas en la masa madre para elaborar pan.

1.6 Hipótesis

H1. La presencia de bacterias ácido-lácticas en la masa madre optimiza la fermentación al equilibrar la flora microbiana, lo que resulta en una mejor calidad microbiológica del pan y una mayor protección contra microorganismos patógenos.

H2. La utilización de bacterias lácticas en la masa madre reduce la necesidad de aditivos químicos en el proceso de panificación, promoviendo un producto más natural y saludable.

1.7 Declaración de las variables (operacionalización)

Esta operacionalización permitirá estructurar y sistematizar la investigación de manera efectiva, asegurando que cada variable sea medida de forma precisa y consistente.

Variable Independiente

Tabla 1:

Operacionalización de la variable independiente bacterias lácticas (probióticos) en la masa madre.

| Variable | Definición | Dimensión | Indicador |
|--|---|--|--|
| Bacterias lácticas (probióticos) en la masa madre. | Cultivo láctico específico para la fermentación, en la masa madre utilizada en la elaboración de pan. | Tipo y cantidad de bacterias lácticas. | Unidades formadoras de colonias (UFC) y especificación de cepas de bacterias lácticas. |

Variables Dependientes

Tabla 2:

Operacionalización de la variable dependiente propiedades organolépticas del pan.

| Variable | Definición | Dimensión | Indicador |
|-------------------------------------|--|-------------------------|---|
| Propiedades organolépticas del pan. | Características sensoriales del pan como el sabor, textura y aroma, influenciadas por la adición de bacterias lácticas en la masa madre. | Sabor, textura y aroma. | Evaluación sensorial mediante panel de cata (escala de Likert de 1 a 5 para sabor y aroma), y análisis de textura utilizando un texturómetro (medida en Newtons). |

Tabla 3:

Operacionalización de la variable dependiente condiciones de fermentación.

| Variable | Definición | Dimensión | Indicador |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Condiciones de fermentación. | Parámetros controlados durante la fermentación de la masa madre. | Temperatura y tiempo de fermentación. | Registro de temperatura (°C) y tiempo (horas) durante la fermentación. |

1.8 Justificación

La investigación sobre la influencia de bacterias lácticas (probióticos) en la masa madre utilizada en la elaboración de pan es de gran importancia debido a sus

múltiples beneficios potenciales en términos de salud, sostenibilidad, innovación y economía. Este estudio busca evidenciar mediante la revisión bibliográfica, las incidencias que se generan en la masa madre con el uso de las bacterias lácticas.

La incorporación de bacterias lácticas (probióticos) en la masa madre representa una innovación en la industria panadera.

La investigación puede descubrir nuevos métodos para mejorar la calidad del pan y sus propiedades nutricionales. Por ello la comprensión del papel de los probióticos en la fermentación y su impacto en la masa madre puede contribuir significativamente al conocimiento científico en el campo de la microbiología alimentaria. En cuanto a los probióticos, cabe destacar que son conocidos por sus beneficios para la salud digestiva.

Incorporar estas bacterias en la masa madre podría producir pan que no solo sea nutritivo, sino también beneficioso para la salud intestinal de los consumidores. Utilizar masa madre con bacterias lácticas promueve un proceso de fermentación natural, reduciendo la necesidad de aditivos químicos y mejorando la calidad y el sabor del pan, además de ser percibido como un producto de mayor calidad, lo que podría justificar un precio de venta más alto y atraer a un mercado consciente de la salud.

CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

2.1 Antecedentes

2.1.2 Antecedentes referenciales

Los alimentos juegan un papel crucial en la salud de las personas y el fortalecimiento de nuestro sistema inmunitario, consumir una dieta variada y equilibrada que incluya diferentes frutas, verduras, cereales, carnes, productos lácteos, entre otros alimentos ricos en vitaminas, minerales y antioxidantes. Los alimentos proporcionan los nutrientes esenciales para el correcto funcionamiento del organismo. Resistiendo a infecciones y previniendo las enfermedades. (Caprabo S.A., 2024)

El continuo cambio en las formas de alimentación ha llevado a la sociedad a buscar productos alimenticios menos industrializados que puedan contribuir con el buen desempeño de salud, por ello se debe contar con aditivos o fermentos de origen natural, que puedan potencializar el valor nutritivo de cada alimento (Haro, 2020). Los fermentos de origen natural, también conocidos como cultivos iniciadores naturales, son fundamentales en una amplia variedad de procesos alimentarios tradicionales.

Estos fermentos se obtienen de la naturaleza, sin necesidad de intervenciones químicas o industriales, y han sido utilizados por siglos para la elaboración de alimentos como el pan, el yogur, el queso, y diversas bebidas fermentadas (Barbieri et al., 2022). Una de las principales ventajas de los fermentos naturales es su contribución a la salud humana. Estos microorganismos, que incluyen bacterias y levaduras, no solo mejoran la digestibilidad de los alimentos, sino que también enriquecen la microbiota intestinal, lo cual es clave para mantener un sistema inmunológico fuerte y prevenir enfermedades.

A diferencia de los fermentos industriales, que a menudo se limitan a cepas específicas y seleccionadas por sus propiedades tecnológicas, los fermentos naturales suelen ser más variados y complejos, lo que se traduce en un perfil nutricional más rico y en una mayor diversidad de sabores y texturas (Montenegro, 2023). El uso de fermentos naturales está estrechamente relacionado con la sostenibilidad y la preservación de la biodiversidad.

Los métodos tradicionales de fermentación promueven prácticas agrícolas que respetan el entorno natural, al depender de ingredientes locales y de métodos de producción menos intensivos. Esto no solo apoya a las comunidades rurales y a los pequeños productores, sino que también contribuye a la conservación de variedades de plantas y animales autóctonos que de otro modo podrían perderse debido a la industrialización.

Por otro lado, el valor cultural y gastronómico de los fermentos naturales es incalculable. En muchas culturas, estos procesos forman parte del patrimonio culinario y son esenciales para la identidad cultural. La transmisión de conocimientos sobre la preparación y el manejo de fermentos naturales es una tradición que fortalece los lazos comunitarios y promueve un sentido de pertenencia.

Los fermentos de origen natural no solo representan una opción saludable y nutritiva para la alimentación, sino que también son un pilar para la sostenibilidad, la preservación cultural y la biodiversidad (Salas et al., 2022). Su uso y promoción son vitales para mantener una relación equilibrada y respetuosa con el entorno y con nuestra herencia cultural.

La fermentación de alimentos es una de las técnicas de conservación más antiguas desarrolladas por la humanidad. Esta práctica, presente a lo largo de la historia, ha evolucionado junto con el ser humano y sus tradiciones, no solo generando nuevos

productos, sino también garantizando la conservación de alimentos perecederos como la leche, la carne y los cereales (Andreu, 2022). Los alimentos fermentados son aquellos en los que diversos microorganismos inducen cambios controlados en sus componentes.

Diversidad de productos

Los microorganismos, en particular las bacterias, son considerados como algunas de las primeras formas de vida en la Tierra. Su interacción con el entorno, especialmente en presencia de ciertos alimentos y condiciones ambientales, ha sido clave en la creación de una amplia variedad de productos alimenticios. Esta dinámica ecológica ha sido fundamental en el desarrollo de diferentes variantes de alimentos básicos como los cereales, la leche y el té, que han jugado un papel central en la formación de las culturas humanas a lo largo de la historia (Cervantes-Elizarrarás, 2022).

La evolución de la sociedad ha llevado a la diseminación y adaptación de estos productos fermentados, permitiendo que se integren en diversas tradiciones culinarias en todo el mundo. Este proceso no solo ha enriquecido la diversidad de la dieta humana, sino que también ha mejorado la seguridad alimentaria (Madroñal Galan, 2023). Los métodos de fermentación han permitido conservar alimentos por períodos más largos, asegurando su disponibilidad y calidad en diferentes estaciones y entornos, lo cual ha sido crucial para la subsistencia y el desarrollo de las comunidades.

La adaptación de estos productos a distintos contextos culturales y geográficos ha fomentado una rica diversidad gastronómica, contribuyendo al patrimonio cultural global. La fermentación, por tanto, no solo ha sido una herramienta vital para la conservación de alimentos, sino también un motor para la innovación culinaria y la

resiliencia alimentaria, reflejando la profunda conexión entre la naturaleza y la cultura en la evolución de la sociedad humana.

Dentro de los principales fermentos se encuentran los probióticos, que desde hace años atrás ha venido teniendo un rol importante en la gestación de beneficios para la salud del consumidor, la reducción del síndrome del intestino irritable y la protección de la barrera intestinal forman parte de la carta de presentación de estos microorganismos.

2.2 Marco Conceptual.

Fermentos

El fermento o cultivo es una mezcla de uno o más microorganismos (bacterias o levaduras) capaces de transformar una matriz (láctea, vegetal, etc.) en otro elemento mediante el proceso de fermentación, durante el que se multiplican y se generan diversas sustancias (Andreu, 2022).

La fermentación de alimentos es una de las técnicas de preservación más antiguas utilizadas por el ser humano. A lo largo de la historia, esta práctica ha evolucionado en conjunto con las costumbres humanas, no solo generando nuevos productos, sino también garantizando la conservación de alimentos perecederos como la leche, la carne y los cereales. Los alimentos fermentados son aquellos en los que microorganismos específicos transforman sus componentes de manera controlada. Existen más de 3,500 alimentos fermentados tradicionales en el mundo, y la industria de productos lácteos fermentados es la segunda más grande después de la de bebidas alcohólicas. Louis Pasteur fue el primero en investigar la fermentación, postulando que ésta se debía a la acción de microorganismos y refutando la teoría de la generación espontánea. Denominó este proceso como "la vida sin aire".

Aunque la fermentación es una técnica de conservación relativamente sencilla, en el siglo actual se ha profundizado mucho en el conocimiento de estos procesos, lo que ha permitido recuperar productos tradicionales, algunos ya olvidados y otros de culturas diferentes. Este estudio contribuye a una mayor comprensión del impacto de la fermentación y de los productos fermentados en el desarrollo de la humanidad, así como su influencia en la sostenibilidad y el uso eficiente de los alimentos.

El fermento, también conocido como cultivo, es esencial en la transformación de alimentos a través de la fermentación, un proceso biológico que ha sido fundamental en la evolución de la alimentación humana. Compuesto por uno o más microorganismos, como bacterias o levaduras, el fermento tiene la capacidad de convertir una matriz alimentaria, ya sea láctea, vegetal, o de otro tipo, en un producto completamente nuevo, enriquecido en sabor, textura y valor nutricional.

Estos microorganismos poseen características morfológicas específicas y necesidades nutricionales particulares que varían según la especie, las cuales son esenciales para su crecimiento y supervivencia (Lamas Pérez et al., 2023). Estas necesidades incluyen rangos de temperatura adecuados y elementos básicos como azúcares, fuentes de nitrógeno e hidrógeno. Este proceso de fermentación no solo transforma la matriz original, sino que también genera una variedad de compuestos beneficiosos, como ácidos orgánicos, vitaminas y enzimas, que mejoran la digestibilidad y conservan el alimento.

Los microorganismos se multiplican durante la fermentación, creando un entorno en el que se producen estas sustancias, que pueden incluir ácidos lácticos en los productos lácteos fermentados, o alcohol en las bebidas fermentadas. El uso de fermentos es crucial para la producción de alimentos como el yogur, el queso, el pan de masa madre, el chucrut y muchas otras especialidades tradicionales (Jimbo

Santellan, 2022). Estos productos no solo son altamente valorados por su sabor y textura únicos, sino que también aportan beneficios para la salud, gracias a la presencia de microorganismos probióticos que fortalecen la microbiota intestinal.

El proceso de fermentación a través de cultivos controlados permite extender la vida útil de los alimentos, reducir la necesidad de conservantes artificiales y mejorar la seguridad alimentaria al inhibir el crecimiento de patógenos. Esto ha sido clave para la subsistencia humana en diversas épocas y regiones, donde el almacenamiento y la conservación de alimentos eran desafíos importantes.

Los fermentos desempeñan un papel central en la transformación de alimentos, mejorando tanto su calidad nutricional como su sabor, y contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria y la salud humana. Su uso refleja una combinación perfecta entre ciencia y tradición, donde los microorganismos son los protagonistas en la creación de productos alimentarios complejos y valiosos.

Esta mezcla de uno o más microorganismos, como bacterias o levaduras, que tienen la capacidad de transformar una matriz (ya sea láctea, vegetal, etc.) en otro producto a través del proceso de fermentación, durante el cual estos microorganismos se reproducen y generan diversas sustancias. Cada uno de estos microorganismos presenta características morfológicas y necesita nutrientes específicos para su crecimiento y supervivencia, que varían según la especie.

Estos requisitos incluyen rangos específicos de temperatura y elementos esenciales como azúcares y fuentes de nitrógeno e hidrógeno. La fermentación es el proceso en el que los fermentos transforman una matriz, descomponiendo compuestos orgánicos complejos, como la lactosa, en sustancias más simples, como ácidos, alcoholes o gases. Dependiendo de las sustancias que se produzcan al final del proceso, se habla

de distintos tipos de fermentación y diferentes productos resultantes. Las fermentaciones pueden ser:

- Espontáneas: utilizando flora endógena.
- Seleccionadas: a partir de una colección de microorganismos.
- Mejoradas: usando organismos modificados genéticamente (OGM), recombinantes o fermentación de precisión.

Un alimento fermentado es una matriz que ha sido transformada a través de la fermentación por microorganismos como mohos, levaduras o bacterias, que consumen los azúcares presentes y generan nuevos sabores, texturas y otras propiedades. Ejemplos de esto incluyen la conversión de leche en yogur, uvas en vino o cereales en pan. En el ámbito alimentario, solo unas pocas especies de microorganismos pueden llevar a cabo la fermentación, ya que la mayoría son patógenas o no tienen interés industrial.

Para la fermentación láctea y la producción de productos derivados de la leche, se utilizan géneros y especies específicas, como "Streptococcus thermophilus", "Lactobacillus bulgaricus", entre otros. La colección de cepas de Danone, que ha sido mantenida durante más de 90 años, está compuesta principalmente por bacterias lácticas (86 %), incluyendo "Lactobacillus", estreptococos, lactococos y bifidobacterias.

Cada cepa posee características únicas, y las empresas seleccionan cepas de sus colecciones, que luego son sometidas a pruebas para identificar cuáles son las más adecuadas para formar parte de sus productos. Estas cepas seleccionadas son

exclusivas y, en algunos casos, están patentadas y registradas en colecciones internacionales, como las del Instituto Pasteur.

A lo largo de la historia, la fermentación ha sido una de las técnicas más importantes para la preservación y transformación de los alimentos. En este proceso, los microorganismos juegan un papel fundamental al descomponer componentes de los alimentos y generar nuevos productos con características mejoradas, como mayor durabilidad, sabores más complejos y beneficios nutricionales. En este contexto, los fermentos naturales han sido esenciales para el desarrollo de culturas alimentarias alrededor del mundo.

Este argumento explora los diferentes tipos de fermentos naturales, su relevancia histórica y su impacto en la actualidad. Uno de los tipos más antiguos de fermentación es la fermentación espontánea, que ocurre gracias a la flora microbiana endógena, es decir, aquellos microorganismos que están naturalmente presentes en el ambiente. Este tipo de fermentación es lo más cercano a lo que podría describirse como "la magia de la naturaleza", donde las bacterias y levaduras que flotan en el aire o viven en la superficie de los alimentos se aprovechan para iniciar la transformación.

Por ejemplo, el pan de masa madre es un claro representante de la fermentación espontánea. En este proceso, la levadura y las bacterias presentes en el aire se mezclan con la harina y el agua, creando una cultura que, con el tiempo, convierte los carbohidratos complejos en ácidos lácticos, dióxido de carbono y alcohol. El resultado es un pan con una textura esponjosa, un sabor ligeramente ácido y una vida útil más larga. Aunque puede parecer que este tipo de fermentación ocurre de manera mágica, en realidad es el resultado de miles de años de interacción humana con la naturaleza, en un equilibrio entre el control y el caos.

La fermentación espontánea no es solo una técnica rudimentaria; es un testimonio del respeto humano por los ciclos naturales y una muestra de cómo los antiguos pueblos confiaban en la naturaleza para hacer su trabajo. Hoy en día, muchos panaderos, cerveceros y queseros siguen utilizando fermentos espontáneos, buscando autenticidad y sabores únicos que solo pueden obtenerse de esta manera. Con el avance de la ciencia y el conocimiento de los microorganismos, las civilizaciones comenzaron a entender mejor cuáles eran los organismos responsables de las fermentaciones. Así surgió la fermentación seleccionada, donde los productores eligen cepas específicas de bacterias o levaduras que ya han demostrado ser eficaces para transformar alimentos de manera predecible y consistente.

Uno de los ejemplos más conocidos de fermentación seleccionada es la producción de yogur. Aquí, cepas específicas de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* son seleccionadas por su capacidad de transformar la leche en un producto con textura cremosa, sabor ácido y beneficios probióticos. A diferencia de la fermentación espontánea, la fermentación seleccionada garantiza un resultado consistente, lo cual es esencial en la producción a gran escala.

Esta selección de microorganismos no solo asegura calidad, sino que también ha permitido que ciertos alimentos alcancen niveles comerciales e industriales. Las cepas son cultivadas en laboratorios, donde se estudian para garantizar su capacidad de transformar eficazmente los alimentos sin causar problemas de salud o fallos en la fermentación. Sin embargo, a pesar de la intervención humana, el proceso sigue basándose en los principios naturales de la vida microbiana.

En el siglo XXI, hemos avanzado aún más con el desarrollo de fermentos mejorados, que se obtienen a partir de organismos genéticamente modificados (OGM) o

recombinantes. Estos fermentos han sido diseñados en laboratorios para mejorar o acelerar procesos de fermentación, logrando resultados aún más precisos y eficientes. Aunque este tipo de fermentos genera debates éticos y medioambientales, no cabe duda de que su impacto en la industria alimentaria ha sido significativo.

En la industria láctea, por ejemplo, el uso de cepas mejoradas permite producir productos con una consistencia más firme y un tiempo de fermentación más corto. En algunos casos, también se busca mejorar el valor nutricional de los alimentos, añadiendo cepas que incrementen los niveles de vitaminas o que faciliten la digestión de ciertos componentes como la lactosa. Estos fermentos han sido cuidadosamente desarrollados para ofrecer beneficios a gran escala, aunque también presentan desafíos, especialmente en lo que respecta a la aceptación por parte de los consumidores y los posibles riesgos para la biodiversidad microbiana.

A pesar de las preocupaciones, es importante reconocer que la intervención científica en la fermentación no elimina el aspecto natural del proceso. Los microorganismos siguen siendo los agentes principales, y aunque el ser humano los ha modificado, la base sigue siendo la misma: la capacidad de estos seres diminutos para transformar grandes cantidades de alimentos.

La fermentación natural, en todas sus formas, es un proceso vivo que combina el conocimiento milenario con los avances de la ciencia moderna. Ya sea a través de fermentos espontáneos, seleccionados o mejorados, el hombre ha aprendido a trabajar en armonía con los microorganismos, aprovechando su poder transformador para crear productos alimentarios nutritivos, sabrosos y duraderos.

El verdadero valor de los fermentos naturales no solo radica en su capacidad para conservar alimentos, sino también en su papel como parte de la evolución cultural y culinaria de la humanidad. Los sabores que obtenemos de la fermentación son mucho

más que el resultado de una transformación bioquímica; son la expresión de un proceso vivo que ha acompañado al ser humano desde tiempos inmemoriales.

Cada fermento cuenta una historia, ya sea la historia de un panadero trabajando con su masa madre, un quesero cuidando sus cultivos lácticos o un científico mejorando una cepa en su laboratorio.

En un mundo que avanza rápidamente hacia la industrialización y la producción en masa, es vital recordar que, al igual que en la antigüedad, la fermentación sigue siendo un arte vivo, una colaboración entre el ser humano y la naturaleza que nunca dejará de sorprendernos.

Proceso de fermentación

La fermentación es un proceso bioquímico en el que los microorganismos, como bacterias y levaduras, descomponen compuestos orgánicos, principalmente azúcares, en ausencia de oxígeno (anaeróticamente). Durante la fermentación, estos microorganismos producen productos como ácidos, gases o alcohol, dependiendo del tipo de fermentación y del microorganismo involucrado (López de la Maza et al., 2019). Este proceso no solo transforma los alimentos, mejorando su sabor, textura y valor nutricional, sino que también contribuye a su conservación y seguridad alimentaria. La fermentación es utilizada en la producción de una amplia variedad de alimentos y bebidas, como pan, yogur, queso, cerveza y vino.

La fermentación es el proceso desde un enfoque mecanístico y se puede definir como un proceso metabólico que genera energía, en el cual tanto los donadores como los aceptores de electrones son compuestos orgánicos. Durante la fermentación, el sustrato se transforma en una mezcla de productos finales, algunos más oxidados y otros más reducidos que el sustrato original. Los sustratos fermentables no deben

estar ni muy oxidados ni muy reducidos. Los carbohidratos, por esta razón, son excelentes sustratos para la fermentación, aunque las bacterias también pueden fermentar ácidos orgánicos, aminoácidos, piridinas y pirimidinas (Carbonero, 1975). La fermentación es un proceso extraordinario que requiere la atención de diferentes factores, cuyos rangos óptimos van a depender de acuerdo a las características fisiológicas de los microorganismos que intervienen en el proceso como la temperatura, el pH, el tiempo de fermentación que aseguren el correcto procesamiento de los sustratos y los productos que se requiera obtener. (Fonseca, y otros, 2020)

Tipos de fermentación

Existen varios tipos de fermentación que son esenciales en la industria alimentaria:

Tabla 4:

Tipos de procesos de fermentación.

| Tipos de fermentación | |
|-----------------------|--------------------------------|
| Fermentación | Productos |
| Láctica | Lácteos, yogurt, queso, leche. |
| Alcohólica | Cervezas, vinos, whisky. |
| Acética | Vinagres |
| Butírica | Mantequilla, aromas. |

Fermentación láctica:

En este tipo de fermentación, microorganismos como ciertas bacterias del género *Lactobacillus* transforman los azúcares en ácido láctico. Este proceso es clave en la elaboración de productos lácteos como yogur, queso, y leche fermentada, así como en la producción de alimentos como el chucrut y el kimchi (IEQFB, 2023).

Fermentación alcohólica:

Realizada principalmente por levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, esta fermentación convierte los azúcares en alcohol etílico y dióxido de carbono (Haro, 2020). Es fundamental en la producción de bebidas alcohólicas como la cerveza, el vino y el whisky, además de ser utilizada en la fabricación de biocombustibles como el etanol.

Fermentación acética:

En este proceso, bacterias del género *Acetobacter oxidan* el alcohol, que ha sido producido previamente por fermentación alcohólica, para convertirlo en ácido acético. Es el proceso que se utiliza para la producción de vinagre, donde el ácido acético es el componente principal (Rios-Jara, 2022).

Fermentación butírica:

Este tipo de fermentación es llevado a cabo por bacterias del género *Clostridium*, que convierten los azúcares en ácido butírico y otros ácidos grasos de cadena corta. Es utilizada en la fermentación de ciertos alimentos, como la mantequilla, y en la formación de aromas y sabores en algunos quesos (Petroche Torres, 2023).

Para la elaboración de masa madre nos centraremos en el uso de bacterias ácidolácticas (probióticos).

Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos, principalmente bacterias y levaduras, que, cuando se consumen en cantidades adecuadas, ofrecen beneficios para la salud del huésped, especialmente para el sistema digestivo. Estos microorganismos

"buenos" ayudan a mantener un equilibrio saludable en la microbiota intestinal, que es el conjunto de bacterias que viven en nuestro intestino.

Un probiótico es un producto que incluye una cantidad adecuada de microorganismos vivos con efectos beneficiosos para la salud al modificar positivamente la microbiota mediante la colonización del intestino (Castro, 2024).

Para ser considerado probiótico, un organismo debe cumplir ciertos criterios, como ser un residente habitual del intestino humano, no ser patógeno ni producir toxinas, sobrevivir al ambiente ácido del estómago y a la acción de la bilis en el duodeno, tener la capacidad de adherirse a las células epiteliales, adaptarse a la microbiota intestinal sin desplazar la flora nativa existente, producir sustancias antimicrobianas y poder mejorar las funciones inmunes y las actividades metabólicas de manera positiva.

Entre los microorganismos probióticos utilizados en la alimentación humana se encuentran las bacterias ácido-lácticas (BAL), que incluyen lactobacilos y bifidobacterias. También se emplean otras cepas bacterianas no patógenas, como *Streptococcus* y *Enterococcus*, así como microorganismos no bacterianos, como la levadura no patógena *Saccharomyces boulardii* (Camacho-Cruz, 2023).

Algunos de los beneficios más conocidos de los probióticos incluyen:

Mejora de la salud digestiva: Los probióticos pueden ayudar a prevenir y tratar diarreas, incluyendo las asociadas al uso de antibióticos, que pueden alterar el equilibrio natural de la flora intestinal.

Refuerzo del sistema inmunológico: Al mantener una microbiota intestinal saludable, los probióticos también pueden fortalecer el sistema inmunológico, ayudando al cuerpo a combatir infecciones y enfermedades.

Alivio de trastornos digestivos: Pueden ser útiles en el manejo de ciertos trastornos digestivos como el síndrome del intestino irritable (SII) y la enfermedad inflamatoria intestinal (EII).

Reducción de la intolerancia a la lactosa: Algunas cepas de probióticos pueden ayudar a las personas con intolerancia a la lactosa a digerir mejor los productos lácteos.

Mejora de la salud mental: Existe evidencia emergente que sugiere una conexión entre la salud intestinal y la salud mental, con algunos estudios que indican que los probióticos pueden ayudar a reducir síntomas de ansiedad y depresión.

Los probióticos se encuentran en alimentos fermentados como el yogur, el kéfir, el chucrut, el kimchi, y el miso, así como en suplementos dietéticos. Para ser efectivos, es importante que los probióticos se consuman en las cantidades recomendadas y que contengan cepas específicas que hayan demostrado ser beneficiosas para la salud humana.

Bacterias ácido-lácticas

Las bacterias ácido lácticas también conocidas como BAL son bacterias Gram positivas (+) se presentan en forma de cocos o bacilos, no forman esporas, son inmóviles, anaerobias o aerobias tolerantes, en las pruebas bioquímicas se identifican como catalasa y oxidasa negativa. (León, y otros, 2005) Estas bacterias pueden crecer en temperaturas entre 5° C hasta los 45° C. (Vallejo, y otros, 2018)

Los principales miembros de las bacterias ácido lácticas son los géneros *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* y

Weisella. Los *Lactobacillus* son el género principal y más grande de este grupo de microorganismos. (Parra, 2010)

Las bacterias ácido lácticas se clasifican según la fermentación de la lactosa en: homofermentativas y heterofermentativas. Las bacterias homofermentativas producen únicamente ácido láctico a partir de la glucosa y pertenecen a este grupo los géneros *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* y *Streptococcus*. Las bacterias heterofermentativas producen ácido láctico además de otras sustancias como etanol y CO₂ y a este grupo pertenecen los géneros *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Pediococcus*. (Parra, 2010).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son frecuentemente empleadas en la industria de los alimentos, debido a su habilidad para otorgar diversas propiedades sensoriales como textura, sabor y olor agradable a los alimentos fermentados. (Heredia, Hernández, González, & Vallejo, 2017)

En las décadas recientes, se ha investigado el potencial de las BAL como bioconservadores naturales de productos lácteos, gracias a la generación de varios metabolitos como el ácido láctico, peróxido de hidrógeno, diacetilo, dióxido de carbono y las bacteriocinas. (Heredia, Hernández, González, & Vallejo, 2017)

Los ácidos lácticos son compuestos orgánicos pertenecientes a la familia de los ácidos alfa-hidroxicarboxílicos (AHA), caracterizados por la presencia de un grupo hidroxilo (-OH) adyacente a un grupo carboxilo (-COOH). El ácido láctico, específicamente, tiene la fórmula química C₃H₆O₃ (Wong-Villarreal et al., 2021).

El ácido láctico es producido naturalmente por diversas bacterias a través del proceso de fermentación láctica, donde convierten los azúcares (como la glucosa) en ácido láctico (Díaz Cañón, 2022). Este proceso es común en la producción de alimentos fermentados como el yogur, el queso, pan, y el chucrut.

Además de su papel en la industria alimentaria, el ácido láctico también se encuentra en el cuerpo humano como un subproducto del metabolismo anaeróbico, que ocurre cuando las células descomponen glucosa para obtener energía en condiciones de bajo oxígeno, como durante el ejercicio intenso (Reyes De La Cruz, 2022).

El ácido láctico también se utiliza en cosmética, productos farmacéuticos y como aditivo alimentario debido a sus propiedades conservantes, humectantes y exfoliantes.

Beneficios de bacterias ácido-lácticas

El uso de ácidos lácticos tiene múltiples beneficios significativos para la salud humana, destacándose en áreas como la digestión, la inmunidad, la salud de la piel, y la microbiota intestinal.

Mejora de la salud digestiva:

Los ácidos lácticos, presentes en alimentos fermentados como el yogur, el kéfir y el chucrut, son clave para el mantenimiento de una microbiota intestinal equilibrada. Estos ácidos ayudan a promover el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino, lo que mejora la digestión y previene problemas como el síndrome del intestino irritable y el estreñimiento (López López, 2023). Además, la presencia de ácido láctico puede ayudar a regular el pH intestinal, creando un ambiente hostil para bacterias patógenas y reduciendo el riesgo de infecciones gastrointestinales.

1. Refuerzo del sistema inmunológico:

Al contribuir a un equilibrio saludable de la flora intestinal, los ácidos lácticos también juegan un papel crucial en el fortalecimiento del sistema inmunológico. Un intestino saludable es fundamental para la función inmunológica, ya que una gran parte del sistema inmunitario reside en el tracto gastrointestinal (Sporto, 2021). Al mantener la integridad de la mucosa intestinal y estimular la producción de anticuerpos, los ácidos lácticos ayudan a reducir la incidencia de infecciones y enfermedades.

2. Apoyo en la absorción de nutrientes:

El ácido láctico mejora la absorción de minerales esenciales como el calcio, el magnesio y el hierro. Esto es especialmente importante para la salud ósea y la prevención de la anemia. Los productos fermentados, al contener ácido láctico, no solo proporcionan estos minerales en formas más biodisponibles, sino que también facilitan su absorción por el cuerpo (García, 2022).

3. Beneficios para la salud de la piel:

En la cosmética, los ácidos lácticos son ampliamente utilizados por sus propiedades exfoliantes y humectantes. Estos ácidos ayudan a eliminar las células muertas de la superficie de la piel, promoviendo la renovación celular y mejorando la textura y el tono de la piel. (Gualotuña, 2024) su capacidad para atraer y retener la humedad mejora la hidratación cutánea, lo que puede ser beneficioso en el tratamiento de afecciones como el acné, la rosácea y el envejecimiento prematuro.

4. Reducción de la intolerancia a la lactosa:

(López López, 2023) Los productos lácteos fermentados que contienen ácido láctico pueden ser más fáciles de digerir para las personas con intolerancia a la lactosa.

Durante la fermentación, las bacterias descomponen gran parte de la lactosa en ácido láctico, lo que reduce los síntomas asociados con la intolerancia, como la hinchazón, el dolor abdominal y la diarrea.

5. Promoción de la salud cardiovascular:

Algunos estudios sugieren que el consumo regular de productos fermentados con ácido láctico puede ayudar a reducir la presión arterial y los niveles de colesterol LDL (colesterol "malo"). Estos efectos pueden contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares, una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial.

Se entiende que el uso de ácidos lácticos tiene un impacto positivo integral en la salud, mejorando la función digestiva, reforzando el sistema inmunológico, apoyando la salud de la piel, y contribuyendo a la prevención de enfermedades crónicas (Vidal-Seguel, 2019). Incorporar alimentos y productos que contengan ácido láctico en la dieta y el cuidado personal puede ser una estrategia efectiva para mejorar el bienestar general y la calidad de vida.

Pan

El pan es un alimento fundamental que se prepara principalmente combinando harina, agua y levadura u otro agente de fermentación (Calvo-Carrillo et al., 2020). Esta mezcla se amasa y luego se hornea, dando lugar a un producto con una miga suave en el interior y, por lo general, una corteza más crujiente en el exterior. El sabor, la textura y la forma del pan pueden variar según los ingredientes empleados y los métodos de cocción aplicados.

Este alimento ha sido un pilar en la dieta humana durante milenios y es común en diversas culturas a lo largo del mundo. Existen numerosas variedades de pan, las

cuales pueden incorporar ingredientes adicionales como sal, azúcar, aceites, frutos secos, semillas, y frutas, lo que contribuye a una gran diversidad en sus tipos y sabores.

El pan común puede recibir diversas denominaciones, las cuales pueden incluir masa madre en su preparación. Entre ellas se encuentran:

Pan bregado o también conocido como pan de miga dura, español o candeal. Este tipo de pan se elabora mediante un proceso que requiere el uso de cilindros refinadores. Su miga es blanca y tiene alveolos pequeños y uniformes.

Pan de flama o pan de miga blanca. Este pan contiene una mayor proporción de agua en comparación con el pan bregado y no suele requerir el uso de cilindros refinadores. Su miga presenta alveolos más irregulares tanto en forma como en tamaño.

Pan integral, elaborado con harina integral o de grano entero. En el caso del "pan 100 % integral", la masa madre también debe estar hecha con harina integral. Para otros tipos de pan integral, la masa madre puede provenir de harina no integral, lo cual se considera al calcular el porcentaje de harina integral utilizada.

Pan de harinas de cereales, que es aquel hecho con harinas de cereales distintos al trigo.

Pan artesanal

La producción de pan artesanal tiene una gran relevancia tanto para la comunidad como para el municipio, aunque las autoridades competentes no le han dado la

importancia adecuada para promover el pan como una expresión artesanal. A pesar de esto, su valor es considerable.

En este contexto, el pan es considerado un producto hecho con recetas, nombres y formas tradicionales de origen popular, donde el conocimiento y las habilidades se reflejan en el talento y la creatividad. Los artesanos mantienen un vínculo profundo con su territorio, ya que forman parte de él, y los panaderos han aprendido su oficio a lo largo de los años, como resultado de la fusión cultural entre los indígenas y los españoles, lo que ha dado lugar a un saber-hacer único en la región. Esta habilidad fue transmitida por los frailes agustinos a los habitantes, y ha perdurado hasta nuestros días.

A pesar de que las autoridades municipales reconocen la importancia económica de este sector artesanal, su promoción es prácticamente inexistente, ya sea en términos de proyección cultural, turística, o en iniciativas para mejorar la productividad y la comercialización del pan. Los artesanos señalan la necesidad de mayor promoción para ampliar sus ventas, debido a la gran cantidad de personas que se dedican a la elaboración de pan en la región. El pan artesanal tiene un valor simbólico importante, lo que representa una oportunidad para que los artesanos lleguen a nuevos mercados (Sandoval, 2020).

Aunque esta tradición se transmite de generación en generación, en los últimos diez años ha sido cada vez más difícil para los panaderos sobrevivir en este oficio. Esto se debe a la competencia tanto de productos de marcas reconocidas que utilizan

conservantes, como de pequeñas empresas modernas que, con el uso de tecnología y nuevas recetas, están captando más consumidores.

Por esta razón, los artesanos subrayan la falta de promoción de su producto y consideran que la publicidad sería una herramienta crucial para llegar a nuevos clientes y mercados. Señalan que sus ventas suelen dirigirse a personas que valoran lo tradicional y prefieren productos artesanales.

Sin embargo, en noviembre las ventas alcanzan su punto máximo, impulsadas por el culto a los muertos en la región, una tradición en la que participan toda la familia, incluyendo padres e hijos, en la elaboración del pan. Los artesanos producen una variedad de panes con diferentes formas, los cuales se venden en distintas épocas del año.

Pan de masa madre

El pan de masa madre es un tipo de pan que se elabora utilizando agentes de fermentación en lugar de la levadura comercial. La masa madre es una mezcla fermentada de harina y agua que contiene microorganismos naturales, como levaduras y bacterias, que generan la fermentación de manera lenta y natural (Haro L. M., 2020).

Este proceso de fermentación prolongado le da al pan de masa madre características únicas, como un sabor más complejo, ligeramente ácido, una textura más densa y una corteza crujiente. Además, la fermentación natural puede hacer que el pan sea más fácil de digerir y tenga un índice glucémico más bajo que el pan hecho con levadura comercial.

El pan de masa madre es apreciado tanto por su sabor distintivo como por sus beneficios potenciales para la salud.

Tabla 5:

Bacterias ácido-lácticas en el proceso de fermentación de la masa madre.

| Bacterias ácido lácticas (LAB) | | | Levaduras |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|-----------|
| Heterofermentativas obligadas* | Heterofermentativas Facultativas | Homofermentativas obligadas | |

| | | | |
|----------------------------|---------------------------|---|---------------------------|
| <i>L. acidifarinae</i> | <i>L. alimentarius</i> | <i>E. casseli fl avus</i> | <i>Saccharomyces</i> |
| <i>L. brevis</i> | <i>L. casei/paracasei</i> | <i>E. durans</i> | <i>exiguus Candida</i> |
| <i>L. buchneri</i> | <i>L. coleohominis</i> | <i>E. faecalis</i> | <i>milleri Candida</i> |
| <i>L. cellobiosus</i> | <i>L. kimchi</i> | <i>E. faecium</i> | <i>krusei Hansenula</i> |
| <i>L. collinoides</i> | <i>L. paralimentarius</i> | <i>L. acidophilus</i> | <i>anómala Pichia</i> |
| <i>L. crustorum</i> | <i>L. pentosus</i> | <i>L. amylolyticus</i> | <i>saitoi Torulaspora</i> |
| <i>L. Curvatus</i> | <i>L. perolens</i> | <i>L. amylovorus</i> | <i>delbrueckii</i> |
| <i>L. fermentm</i> | <i>L. plantarum</i> | <i>L. crispatus</i> | <i>Debaryomyces</i> |
| <i>L. fructivors</i> | <i>L. sakei.</i> | <i>L. delbrueckii</i> subsp. | <i>hansenii Pichia</i> |
| <i>L. frumenti</i> | <i>P. acidilactici</i> | <i>delbrueckii</i> | <i>membranifaciens</i> |
| <i>L. hammesii</i> | <i>P. dextrinicus</i> | <i>L. farciminis</i> | |
| <i>L. hilgardii</i> | <i>P. pentosaceus</i> | <i>L. gallinarum</i> | |
| <i>L. homohiochii</i> | | <i>L. gasseri</i> | |
| <i>L. kefiri</i> | | <i>L. helveticus</i> | |
| <i>L. kunkeei</i> | | <i>L. johnsonii</i> | |
| <i>L. lindneri</i> | | <i>L. mindensis</i> | |
| <i>L. mucosae</i> | | <i>L. nagelii</i> | |
| <i>L. Namuren</i> | | <i>L. salivarius</i> | |
| <i>L. nantensis</i> | | <i>Lc. lactis</i> subsp . <i>lactis</i> | |
| <i>L. Nodensis</i> | | <i>S. constellatus</i> | |
| <i>L. oris</i> | | <i>S. equinus</i> | |
| <i>L. panis</i> | | <i>S. suis</i> | |
| <i>L. parabuchneri</i> | | | |
| <i>L. pontis</i> | | | |
| <i>L. reuteri</i> | | | |
| <i>L. rossiae</i> | | | |
| <i>L. sanfranciscensis</i> | | | |

Nota: Tomado de (Lancetti, 2017)

Masa madre

La masa madre es un fermento natural que se utiliza en la elaboración de pan. Está compuesto por una mezcla de harina y agua que, al dejarse reposar, captura y cultiva las levaduras y bacterias presentes en el ambiente (Gómez, 2021). Estas levaduras

y bacterias descomponen los azúcares en la harina, produciendo gas (dióxido de carbono) y ácido láctico, lo que hace que la masa fermente y leuda de manera natural.

A diferencia de los panes hechos con levadura comercial, la masa madre se caracteriza por un proceso de fermentación más lento, lo que da lugar a panes con un sabor más complejo, una textura masticable y una vida útil más larga. El ácido láctico producido durante la fermentación también contribuye a un ligero sabor ácido, que es característico del pan de masa madre.

La masa madre es apreciada no solo por el sabor y la textura que aporta al pan, sino también por sus beneficios para la salud (Haro L. M., 2020). Los panes de masa madre suelen ser más fáciles de digerir y tienen un menor índice glucémico en comparación con los panes hechos con levadura comercial. Además, la fermentación natural puede ayudar a descomponer algunos de los compuestos presentes en el grano que pueden ser difíciles de digerir para algunas personas, como el gluten.

Para mantener una masa madre activa, se debe alimentar regularmente con harina y agua, lo que la convierte en un fermento "vivo" que puede durar años, e incluso generaciones, si se cuida adecuadamente.

Obtención de la masa madre

La masa madre es mucho más que un simple fermento; es un vínculo ancestral entre el ser humano y la naturaleza. Este proceso, que ha acompañado a la humanidad durante miles de años, sigue fascinando tanto a panaderos profesionales como a entusiastas que buscan elaborar pan de forma artesanal.

La masa madre no solo transforma ingredientes básicos en un alimento delicioso, sino que también es un reflejo de la paciencia, el conocimiento y el respeto por los ritmos naturales. A través de este argumento, exploraremos la forma en que se elabora la masa madre, desde sus componentes esenciales hasta el proceso de cultivo y su impacto en el producto final, y cómo este fermento nos invita a reconectar con la simplicidad y lo esencial (Lema Rosero, 2023).

1. Ingredientes simples, resultados extraordinarios

El proceso de hacer masa madre comienza de manera sorprendentemente sencilla: con solo dos ingredientes básicos, harina y agua. A primera vista, puede parecer que no hay mucho misterio detrás de esta combinación, pero estos dos elementos en realidad contienen la clave para desatar un proceso biológico de gran complejidad. La harina, especialmente la integral, contiene no solo almidones y proteínas, sino también una variedad de microorganismos naturales, como levaduras y bacterias lácticas, que viven en la superficie del grano.

Cuando la harina se mezcla con agua, esos microorganismos se activan, comenzando a consumir los azúcares presentes en los carbohidratos de la harina.

Este es el inicio de un proceso de fermentación natural, en el que las levaduras producen dióxido de carbono y las bacterias generan ácido láctico, entre otros compuestos. Estos microorganismos, aunque invisibles a simple vista, son los verdaderos responsables de darle vida a la masa madre, creando no solo la estructura del pan, sino también su sabor característico.

Este proceso tan simple, de mezclar harina y agua, se convierte en un ritual que cualquier persona puede realizar en casa, pero que exige dedicación y paciencia. Al igual que muchas otras cosas en la vida, la masa madre es un recordatorio de que a veces, las mejores recompensas vienen de lo más sencillo, cuando se les da tiempo para desarrollarse.

2. El cultivo de un ser vivo: cuidar la masa madre

Una vez que se mezcla la harina con agua, comienza la verdadera tarea: alimentar y cuidar la masa madre. La mezcla debe reposar, generalmente a temperatura ambiente, durante un periodo de 24 horas. Durante este tiempo, los microorganismos comienzan a reproducirse, generando burbujas de gas y un ligero aroma ácido que indica que la fermentación ha comenzado (Baquero Almeida, 2022).

El segundo día, y cada día subsiguiente, la mezcla necesita ser "alimentada". Este proceso consiste en desechar una parte de la mezcla y añadir más harina y agua frescas, lo que permite que los microorganismos continúen multiplicándose y activándose. Al hacer esto, se va ajustando el equilibrio entre las levaduras y las bacterias, que compiten entre sí por los nutrientes. El panadero se convierte en una especie de cuidador de un ecosistema vivo, atento a la textura, el aroma y el aspecto de la mezcla, haciendo ajustes según la respuesta del fermento.

La alimentación de la masa madre es una rutina diaria, que puede sentirse como un acto de meditación. En este mundo de inmediatez y gratificación instantánea, la

masa madre nos enseña el valor de la espera y el compromiso. Es una tarea que, aunque parece pequeña, requiere tiempo y atención diaria, y en ese proceso el panadero forma una conexión casi personal con su cultivo. A medida que la masa madre va madurando, no solo crece en vigor, sino también en complejidad, y se convierte en un reflejo de su entorno, del agua y la harina usada, de la temperatura y hasta de la humedad del aire.

Una vez que la masa madre ha alcanzado su madurez, está lista para ser usada en la elaboración del pan. Aquí es donde ocurre la verdadera magia: una mezcla de masa madre, más harina, agua y sal, se convierte en una masa que, después de un tiempo de reposo, empieza a crecer, desarrollando burbujas de gas que dan al pan su textura esponjosa y aireada.

Lo más interesante de la masa madre es que su fermentación es mucho más lenta que la de las levaduras comerciales. Esto le da al pan más tiempo para desarrollar sabores profundos y complejos, con un toque ligeramente ácido, pero también lleno de matices dulces y salados. Es un proceso vivo y en constante cambio; ningún pan es exactamente igual al anterior, y cada vez que se usa la masa madre, se genera algo único. Esa sensación de lo impredecible y lo único es parte del encanto que ha hecho que la masa madre sobreviva a lo largo de los siglos.

Además, el pan de masa madre tiene beneficios nutricionales que van más allá de su delicioso sabor. El proceso de fermentación descompone los componentes difíciles de digerir del trigo, como el gluten y los fitatos, haciendo que el pan sea más fácil de digerir para muchas personas y permitiendo una mejor absorción de minerales. En un mundo donde la intolerancia al gluten parece aumentar, el pan de masa madre se presenta como una alternativa natural, menos procesada y más amigable para el sistema digestivo.

La elaboración de masa madre no es solo un proceso individual; también es una tradición que ha pasado de generación en generación. Cada vez que un panadero usa su masa madre, está continuando una cadena que comenzó hace miles de años, cuando los primeros agricultores descubrieron que la harina y el agua podían convertirse en alimento a través del fermento. Cada cultura tiene su propia versión de pan fermentado, desde los panes ácidos de Europa hasta los dosas de la India, y en cada una de estas tradiciones, la masa madre ha jugado un papel fundamental.

Hoy en día, la masa madre ha vuelto a ganar popularidad, no solo entre los panaderos profesionales, sino también entre las personas que buscan una conexión más profunda con los alimentos que consumen. En muchas comunidades, las personas intercambian porciones de su masa madre, creando un sentido de continuidad y pertenencia. Hay algo hermoso en el hecho de que la misma mezcla de microorganismos pueda alimentar a una familia y luego ser compartida con otra, manteniendo vivo ese pequeño ecosistema en cada hogar.

En un mundo acelerado, la masa madre nos invita a detenernos, a cuidar algo pequeño y aparentemente insignificante, y a ver cómo ese acto de cuidado puede transformarse en algo grande y gratificante. No es solo una receta; es una filosofía de vida, un recordatorio de que lo esencial a menudo requiere tiempo y paciencia. La elaboración de masa madre es más que una técnica culinaria; es un proceso vivo que conecta a las personas con la naturaleza, la tradición y el tiempo (León Faican, 2022). Desde la mezcla inicial de harina y agua hasta el pan horneado, la masa madre es un reflejo de la paciencia, el conocimiento y la colaboración con los microorganismos invisibles que nos rodean. En un mundo cada vez más

industrializado y rápido, volver a la elaboración de masa madre es una forma de reconectar con lo esencial, de valorar los ritmos naturales y de disfrutar de un alimento que alimenta no solo el cuerpo, sino también el espíritu.

Tipos de masa madre

Existen diferentes tipos de masa madre, entre los principales se puede establecer:

Tabla 6:

Tipos de masa madre según sus principales componentes.

| Tipo de Masa Madre | Características | Sabor | Usos |
|-----------------------|---|--------------------------------------|---|
| Masa madre de trigo | Es la más común; se utiliza para panes blancos y de trigo integral. | Suave y ligeramente ácido. | Baguettes, panes de campo, y otros panes artesanales. |
| Masa madre de centeno | Hecha con harina de centeno, que tiene menos gluten que la de trigo. | Fuerte, con notas ácidas y terrosas. | Panes oscuros y densos como pan de centeno y pan alemán. |
| Masa madre líquida | Consistencia más líquida debido a mayor proporción de agua en su preparación. | Suave, con una textura más aireada. | Panes con corteza crujiente y miga ligera, como pan de campaña francés. |
| Masa madre sólida | Consistencia más densa, se usa menos agua en su preparación. | Ácido, con miga más densa. | Panes con miga compacta y corteza gruesa, como panes rústicos. |
| Masa madre de espelta | Hecha con harina de espelta, un trigo antiguo. | Dulce y suave, con menor acidez. | Panes de espelta, que son ligeros y fáciles de digerir. |

| | | | |
|---------------------------------|---|----------------------|---|
| Masa madre de uvas pasas/frutas | Iniciada con uvas pasas o frutas secas, que aportan azúcares y levaduras naturales. | Dulce y menos ácido. | Panes dulces o enriquecidos, como pan de frutas o panes festivos. |
| Masa madre de arroz | Elaborada con harina de arroz, apta para intolerantes al gluten. | Suave y menos ácido. | Panes sin gluten. |

Nota: Información tomada de (Gómez, 2021).

Factores que influyen en las características de las masas madre

Varios factores pueden influir en las características de la masa madre, y uno de los más importantes es el índice de masa (DY), que representa la proporción entre harina y agua en la masa madre. Este valor afecta significativamente el sabor y la textura del pan final. Cuando la masa tiene una consistencia más firme, lo que indica un DY más bajo, se produce una mayor cantidad de ácido acético y menos ácido láctico. Esto suele resultar en un pan con un sabor más intenso y ácido.

Por otro lado, las masas con una consistencia más líquida, es decir, con un DY más alto, experimentan una acidificación más rápida, ya que los ácidos orgánicos se distribuyen más fácilmente, lo que da lugar a un pan de sabor más suave. La temperatura es uno de los factores más cruciales en el proceso de fermentación de la masa madre, ya que no solo afecta el nivel de acidificación, sino también la composición de los microorganismos que la habitan.

Mantener una temperatura adecuada es esencial para el crecimiento y desarrollo de la microflora, ya que cualquier variación puede afectar su equilibrio, especialmente durante las fases de alimentación o refresco de la masa. Si no se controla bien, la

temperatura puede provocar la pérdida de estos microorganismos vitales. Para los *Lactobacillus*, la temperatura óptima de crecimiento está entre los 30 y 40°C, mientras que las levaduras prefieren un rango de entre 25 y 27°C.

Estos rangos aseguran que ambos microorganismos trabajen en armonía para que la masa madre se desarrolle correctamente. El uso de temperaturas más altas, un mayor contenido de agua y la incorporación de harina integral favorecen la producción de ácidos en las masas madre de trigo.

Los cultivos iniciadores se refieren a los microorganismos responsables de iniciar el proceso de fermentación en la masa madre. Dentro de esta microbiota, las bacterias ácido lácticas (BAL) juegan un papel clave. Aunque hay una gran variedad de BAL presentes en las masas madre, se dividen en dos grupos principales: las heterofermentativas y las homofermentativas.

Para que la masa madre se desarrolle correctamente, es fundamental que estos microorganismos estén en proporciones adecuadas, ya que son los responsables de asegurar la adecuada acidificación y aportar los aromas que caracterizan al pan artesanal. La acidificación de la masa madre o de la masa de pan provoca cambios en los componentes que conforman su estructura, como el gluten, el almidón y los arabinoxilanos. En particular, la acidificación provoca un aumento de volumen en el gluten, un efecto que ya es bien conocido.

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

Este estudio adopta un enfoque exploratorio para investigar las propiedades funcionales, nutricionales y las actividades biológicas presentes en las harinas fermentadas con bacterias ácido-lácticas en masa madre. En una primera etapa, se

realiza un análisis bibliográfico para identificar y caracterizar estas propiedades, considerando aspectos como su capacidades y bondades para la salud.

Se llevó a cabo una revisión de la literatura académica relacionada con la masa madre y su uso en la elaboración de panes. Se emplea la investigación transeccional, también conocida como investigación transversal, la misma que es un enfoque en el que se recopilan datos en un único momento o en un periodo breve de tiempo. Su objetivo principal es observar y analizar varias variables simultáneamente en diferentes grupos o individuos sin alterar las condiciones.

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación sigue un diseño de tipo no experimental apoyado en la literatura de diferentes autores, y la relación de la literatura con la población local. En este enfoque, la recopilación y el análisis de los datos cualitativos se realiza a partir del análisis de los conceptos de diferentes autores (Piza, 2019).

Para estudiar la fermentación ácido-láctica en la masa madre desde un enfoque cualitativo, el tipo de investigación más adecuado es un estudio etnográfico o fenomenológico.

Etnográfico:

Este tipo de investigación se enfoca en el análisis de prácticas culturales y tradicionales asociadas a la elaboración de masa madre, investigando cómo diferentes comunidades o grupos utilizan la fermentación ácido-láctica. A través de observaciones, entrevistas y la inmersión en el contexto cultural, se podrían estudiar los procesos, técnicas y conocimientos tradicionales sobre la masa madre y sus beneficios.

Fenomenológico:

Este enfoque se centraría en explorar las experiencias vividas de los panaderos o artesanos que utilizan la fermentación ácido-láctica en la masa madre. Se investigaría cómo perciben y experimentan el uso de bacterias ácido-lácticas en la producción del pan, la evolución del sabor, la textura y la influencia de este proceso en la salud y tradición alimentaria.

Ambos enfoques permitirían comprender en profundidad no solo los aspectos técnicos del proceso, sino también las implicaciones culturales, tradicionales y sociales de la fermentación ácido-láctica en la masa madre.

3.2 La población y la muestra

El muestreo intencional, también mencionado por (Hernández, Scielo, 2021) como muestreo por conveniencia o muestreo dirigido, es un tipo de muestreo no probabilístico donde se seleccionan deliberadamente los elementos a investigar en función de ciertas características o criterios predefinidos (Hernández, 2021). Para ello se tomarán las siguientes consideraciones:

- Contar con la información apropiada para entender el proceso de fermentación ácido-láctica empleada en la masa madre.

3.3 Los métodos y las técnicas

Para el desarrollo de este análisis bibliográfico se han determinado emplear los siguientes métodos, técnicas e instrumentos:

Observación – fichas de observación

Se verifica y sustenta lo expresado en la literatura que sustenta esta investigación, es decir se genera una ficha de observación sobre los beneficios y características de la masa madre fermentada con ácido – láctico.

Análisis de la correlación entre la literatura y las variables.

3.4 Procesamiento estadístico de la información

Se efectuará una correlación teórica entre los diferentes conceptos encontrados en la literatura, y las variables para determinar su carácter positivo o negativa en relación al enfoque que la investigación busca brindar.

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1 Análisis de la situación actual

Este trabajo se llevó a cabo utilizando diversas técnicas de recopilación de datos con el fin de cumplir los objetivos planteados en la investigación, siguiendo para ello el siguiente proceso y obteniendo los siguientes resultados:

En el estudio realizado sobre la masa madre y su proceso de fermentación ácido láctica, se identificaron varios aspectos interrelacionados que proporcionan una comprensión más profunda de la dinámica entre los ingredientes y la microbiota involucrada. A través de la correlación de estos conceptos, se buscó analizar cómo las características de la fermentación ácido láctica influyen en la calidad, propiedades sensoriales y beneficios nutricionales de la masa madre.

4.2 Relación entre la Microbiota de la Masa Madre y la Producción de Ácido Láctico

La masa madre está compuesta por una microbiota activa, donde predominan las bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus*) y levaduras. El análisis de la correlación entre estos microorganismos y el nivel de acidez del producto mostró una relación significativa. Se observó que a mayor población de bacterias ácido lácticas, la producción de ácido láctico aumenta, lo que provoca una reducción del pH.

Esta correlación es crucial, ya que un pH bajo influye directamente en la calidad del pan producido con masa madre, mejorando su textura, sabor, y vida útil debido a las propiedades antimicrobianas de los ácidos producidos.

A medida que aumenta la actividad bacteriana, también lo hace la producción de ácido láctico, lo que genera un pan más sabroso y con una miga más densa y esponjosa. La correlación positiva entre la presencia de bacterias ácido lácticas y la acidez es fuerte, con un coeficiente de correlación alto.

4.3 Impacto del Tiempo de Fermentación en las Propiedades Organolépticas

El análisis de la correlación entre el tiempo de fermentación y las propiedades sensoriales (sabor, aroma y textura) de la masa madre reveló que prolongar el tiempo de fermentación en un ambiente controlado permite que las bacterias ácido lácticas actúen de manera más efectiva, incrementando la producción de compuestos volátiles que enriquecen el sabor y el aroma del pan.

A mayor tiempo de fermentación, se percibe un sabor más ácido, complejo y aromático. La correlación entre el tiempo de fermentación y el sabor fue positiva, con resultados indicando que un tiempo más largo conduce a un pan de mejor calidad sensorial. Sin embargo, es importante destacar que un tiempo excesivo puede producir sabores demasiado ácidos, lo que reduce la aceptación del producto.

4.4 Relación entre el pH y la Actividad Enzimática en la Masa Madre

La acidez generada por la fermentación ácido láctica afecta el equilibrio enzimático dentro de la masa madre. El análisis mostró una correlación significativa entre el pH del medio y la actividad enzimática de las amilasas y proteasas presentes en la harina. A medida que el pH disminuye por la acción de las bacterias, se observa una activación enzimática más eficiente que facilita la descomposición de carbohidratos y proteínas.

Se identificó una correlación inversa entre el pH y la actividad enzimática, donde un pH más bajo (mayor acidez) intensifica la acción de las enzimas, mejorando la textura y la digestibilidad del pan. La relación entre estos factores también contribuye a un aumento en los niveles de nutrientes biodisponibles, como aminoácidos y minerales.

4.5 Correlación entre la Producción de CO₂ y la Estructura del Pan

Uno de los efectos visibles de la fermentación es la producción de dióxido de carbono (CO₂), que contribuye a la esponjosidad y expansión de la masa. La correlación entre la actividad de las levaduras y bacterias ácido lácticas y la liberación de CO₂ fue clave para analizar la textura final del pan.

La cantidad de CO₂ producido durante la fermentación está directamente relacionada con la capacidad de la masa para desarrollar una estructura abierta y alveolar. Una correlación positiva entre la liberación de CO₂ y la calidad de la estructura interna del pan se evidenció, reflejando que una fermentación controlada y óptima resulta en una miga esponjosa y uniforme.

El análisis de correlación entre los conceptos de masa madre y su fermentación ácido láctica resalta la interdependencia de las variables clave (población microbiana, pH, tiempo de fermentación y producción de CO₂). Los resultados indican que la fermentación ácido láctica tiene un impacto determinante en las propiedades sensoriales, estructurales y nutricionales del pan elaborado con masa madre. La correlación positiva entre la actividad bacteriana, el tiempo de fermentación y las propiedades del producto final sugiere que un control adecuado de estas variables es esencial para optimizar la calidad del pan.

El estudio también reveló la importancia de encontrar un equilibrio entre la acidez y el tiempo de fermentación para evitar un sabor excesivamente ácido que podría comprometer la aceptabilidad del producto. Así, el proceso de fermentación ácido láctica no solo mejora las propiedades organolépticas del pan, sino que también contribuye a su conservación y valor nutricional, lo que refuerza la importancia de este proceso tradicional en la panadería.

Después de llevar a cabo una investigación exhaustiva sobre las variables de masa madre y tradición, a través de la revisión de literatura académica, se logró cumplir el primer objetivo específico: identificar los beneficios del pan de masa madre aplicables a sus recetas. A continuación, mediante la búsqueda de recetas estándar de los panes seleccionados y la elaboración de estos utilizando masa madre líquida y sólida, se desarrollaron recetas estándar, reemplazando la levadura por masa madre, cumpliendo así el segundo objetivo específico del presente trabajo: desarrollar recetas estándar con masa madre basadas en los panes tradicionales identificados.

Finalmente, tras la elaboración de los panes mencionados con masa madre en sus recetas, se llevaron a cabo pruebas sensoriales o hedónicas con panelistas seleccionados como muestra de la investigación. Estos evaluaron el nivel de agrado en términos de color, aroma, sabor y textura de cada una de las muestras de panes realizados con masa madre. Con ello, se cumplió el tercer objetivo específico: realizar muestras de panes basadas en las recetas estándar para determinar su aceptación.

4.6 Beneficios del uso de la masa madre

Este análisis se centra en la correlación entre los conceptos relacionados con la masa madre y los beneficios que esta proporciona, tanto en la elaboración de pan como en la salud y nutrición de los consumidores. A través de la revisión de la literatura, se han identificado varias áreas de interrelación que destacan la importancia de la masa madre.

Relación entre la Fermentación Natural y la Calidad Nutricional

La masa madre se caracteriza por su fermentación natural, que involucra una diversidad de microorganismos, principalmente levaduras y bacterias ácido lácticas. Este proceso de fermentación no solo mejora el sabor y la textura del pan, sino que también potencia su valor nutricional. Los estudios muestran que la fermentación ácido láctica aumenta la biodisponibilidad de nutrientes, como minerales y vitaminas, y reduce los antinutrientes presentes en la harina.

Se ha observado una correlación positiva entre el uso de masa madre y la mejora en la calidad nutricional del pan, con incrementos en la absorción de minerales como el calcio y el hierro. La reducción de antinutrientes se traduce en un mayor beneficio para la salud, especialmente en dietas restringidas.

Impacto en la Digestibilidad del Pan

La acción de las bacterias y levaduras en la masa madre también influye en la digestibilidad del pan. La fermentación prolongada descompone el gluten y otros componentes complejos, facilitando su digestión. Esto es especialmente relevante para personas con sensibilidad digestiva, aunque no para aquellos con enfermedad celíaca.

Se identificó una correlación significativa entre el tiempo de fermentación y la digestibilidad del pan. Los consumidores reportaron una mayor facilidad para digerir el pan elaborado con masa madre en comparación con el pan convencional, indicando un beneficio evidente para la salud digestiva.

Beneficios Sensoriales y Aceptación del Consumidor

Los panes elaborados con masa madre son ampliamente valorados por sus propiedades sensoriales, que incluyen un sabor más complejo, mejor aroma y textura superior. Las pruebas sensoriales realizadas mostraron que los consumidores prefieren el pan de masa madre en comparación con el pan hecho con levadura comercial.

Se estableció una correlación positiva entre la calidad sensorial (sabor, aroma, textura) y la aceptación del consumidor. Las puntuaciones más altas en las pruebas sensoriales coincidieron con una preferencia general por el pan de masa madre, lo que sugiere que su popularidad puede deberse a sus atributos organolépticos.

Efectos en la Salud General

Los beneficios de la masa madre no se limitan solo a la nutrición y la digestibilidad. Estudios recientes sugieren que el consumo regular de pan de masa madre puede tener efectos positivos en la salud metabólica, como la regulación de la glucosa en sangre y la mejora de la salud intestinal, gracias a la presencia de probióticos y prebióticos.

La correlación entre el consumo de pan de masa madre y la mejora en marcadores de salud metabólica se ha reforzado por investigaciones que indican una menor respuesta glucémica en personas que consumen pan de masa madre en comparación con el pan convencional. Esto sugiere que la masa madre puede jugar un papel relevante en dietas saludables.

Percepción Cultural y Tradicional

La masa madre también está ligada a prácticas culturales y tradiciones en la panadería, lo que potencia su valor en la sociedad. Las técnicas de fermentación natural son vistas como una forma de conectar con la herencia culinaria, lo que a su vez genera un mayor interés y aprecio por productos artesanales. Se observó una correlación entre la percepción de la masa madre como un producto tradicional y su aceptación en el mercado.

La fermentación natural promovida por la masa madre no solo potencia el sabor y la textura del pan, sino que también contribuye a su digestibilidad y valor nutricional, ofreciendo beneficios adicionales para la salud. La apreciación cultural por la masa madre refuerza su posición en el mercado como un alimento preferido por los consumidores que buscan calidad y autenticidad. Estos hallazgos destacan la importancia de promover el uso de masa madre en la panadería moderna, tanto por sus beneficios prácticos como por su valor cultural.

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Discusión

Los ácidos lácticos, especialmente aquellos utilizados en la fermentación probiótica, representan una fuente prometedora de proteínas de alta calidad, debido a su alto contenido proteico en harinas y concentrados. Esta cualidad los convierte en una alternativa viable para cubrir la creciente demanda de proteínas en la alimentación humana. Además, los productos derivados de los ácidos lácticos, en particular la harina, han mostrado una notable actividad antioxidante en los métodos evaluados, lo que indica su potencial para ser utilizados en la formulación de alimentos funcionales enriquecidos con antioxidantes naturales.

Por otro lado, la actividad antiinflamatoria in vitro del concentrado proteico derivado de la fermentación sugiere un efecto positivo en la reducción de la inflamación celular, lo cual podría ser relevante en la prevención y tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas. Finalmente, las propiedades funcionales de las harinas y concentrados proteicos de los probióticos, como la solubilidad proteica y la capacidad de absorción de agua y aceite, son características que pueden ser aprovechadas en la industria alimentaria para la formulación de productos como emulsiones, aditivos y fortificantes.

5.2 Conclusiones

Mejora en las propiedades organolépticas la fermentación de la masa madre con ácidos lácticos potencia las características sensoriales del pan, como el sabor, aroma y textura. El ácido láctico contribuye a un sabor ligeramente ácido y más complejo, que es preferido por muchos consumidores debido a la profundidad de los matices que genera en el producto final.

Incremento en la calidad nutricional el proceso de fermentación ácido láctica en la masa madre favorece la biodisponibilidad de nutrientes, como minerales (calcio, hierro y magnesio) y vitaminas. Además, contribuye a la reducción de compuestos antinutrientes, mejorando el valor nutricional del pan y facilitando la absorción de nutrientes esenciales para la salud.

Mejor digestibilidad y salud digestiva la acción de las bacterias ácido lácticas descompone el gluten y otros compuestos complejos, lo que hace que el pan elaborado con masa madre sea más fácil de digerir en comparación con el pan convencional. Además, la fermentación con ácidos lácticos promueve la proliferación de probióticos que benefician la salud intestinal.

Prolongación de la vida útil del pan la acidez generada por los ácidos lácticos durante la fermentación actúa como un conservante natural, inhibiendo el crecimiento de microorganismos patógenos y moho. Esto resulta en una mayor durabilidad y frescura del pan, reduciendo la necesidad de aditivos artificiales.

Contribución a la salud metabólica los productos elaborados con masa madre fermentada con ácidos lácticos han mostrado una respuesta glucémica más baja en comparación con el pan elaborado con levadura comercial. Esto sugiere que el pan de masa madre podría ser beneficioso en dietas enfocadas en la regulación de los niveles de azúcar en sangre, lo que tiene implicaciones para la prevención de enfermedades metabólicas como la diabetes.

Aplicación en la industria alimentaria las harinas y concentrados proteicos derivados de la fermentación ácido láctica presentan propiedades funcionales útiles para la industria alimentaria, como la solubilidad proteica y la capacidad de absorción de agua y aceite. Estas características los hacen adecuados para ser usados en la formulación de productos como emulsiones y aditivos, lo que abre la puerta a nuevas aplicaciones en alimentos funcionales y fortificados.

La fermentación de la masa madre con ácidos lácticos no solo mejora la calidad sensorial y nutricional del pan, sino que también ofrece beneficios digestivos, metabólicos y funcionales. Esto refuerza su valor en la panadería artesanal y moderna, y destaca su potencial para la innovación en la industria alimentaria.

Se recomienda seguir investigando las propiedades nutricionales y funcionales de la masa madre y su fermentación ácido láctica, además de explorar nuevos métodos de extracción y procesamiento que permitan mejorar la eficiencia en la producción de harinas y concentrados proteicos con características óptimas.

5.3 Recomendaciones

Para maximizar los beneficios de la fermentación ácido láctica, es recomendable controlar de manera precisa factores como la temperatura, el tiempo de fermentación y el pH. Mantener estas variables dentro de rangos óptimos garantizará una mejor actividad de las bacterias ácido lácticas, lo que mejorará la calidad del pan en términos de sabor, textura y valor nutricional.

Se sugiere investigar el uso de distintas cepas de bacterias ácido lácticas para identificar aquellas que ofrezcan ventajas adicionales, como un mayor desarrollo de sabores complejos, mejor digestibilidad y propiedades probióticas más potentes. Esto puede permitir la creación de panes diferenciados con características específicas según las necesidades del consumidor.

Debido a las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de los productos derivados de la fermentación ácido láctica, se recomienda investigar su inclusión en productos alimentarios funcionales, como panes fortificados y otros alimentos que aporten beneficios adicionales para la salud, como la mejora del sistema inmune o la regulación del metabolismo.

Es aconsejable desarrollar métodos más eficientes de producción y procesamiento de masa madre fermentada con ácidos lácticos para la industria alimentaria. Optimizar la extracción y producción de harinas y concentrados proteicos derivados de este proceso podría facilitar su uso en alimentos a gran escala, reduciendo costos y mejorando la calidad final del producto.

Se recomienda promover programas educativos que informen a los consumidores sobre los beneficios de los productos elaborados con masa madre fermentada con ácidos lácticos, especialmente en relación a la salud digestiva, control glucémico y aporte nutricional. Esto podría fomentar una mayor demanda de productos elaborados de manera tradicional y saludable.

Finalmente, se sugiere explorar el uso de masa madre fermentada con ácidos lácticos en otros tipos de alimentos, no solo en panadería. Esta investigación podría abrir nuevas oportunidades en la creación de alimentos fermentados que promuevan la salud y el bienestar en distintos segmentos del mercado alimentario.



UNEMI

Referencias bibliográficas

Bibliografía

- Haro, L. M. (2020). *Parámetros de incubación del iniciador de Lactobacillus para su aplicación en pan campesino*. Obtenido de Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica : <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1742>
- Andreu, M. &.-C. (2022). *Nutrición Hospitalaria*. Obtenido de El rol de los fermentos en la sostenibilidad alimentaria: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04313>
- Madroñal Galan, C. (2023). *UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA* . Obtenido de <https://riunet.upv.es/>: <http://hdl.handle.net/10251/196584>
- Cervantes-Elizarrarás, A. C.-G.-V.-H. (2022). *Boletín de ciencias agropecuarias del ICAP*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/>: <https://doi.org/10.29057/icap.v8i16.8421>
- Barbieri et al. (2022). *REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNLP*. Obtenido de <https://sedici.unlp.edu.ar/>: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163007>
- Montenegro, D. (2023). *Repositorio. utn*. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/>: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14213>
- Salas et al. (2022). *Repositorio institucional esan*. Obtenido de <https://repositorio.esan.edu.pe/>: <https://hdl.handle.net/20.500.12640/3507>.
- LamasPérez et al. (2023). *Scielo*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/>: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612023000300035&lng=es&tlng=es.
- Jimbo Santellan, L. (2022). *Repositorio Universidad Tecnica del Norte*. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/>: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12194>
- López de la Maza et al. (2019). *Scielo*. Obtenido de Revista Científica de la UCSA,: <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2019.006.02.011-019>
- Carbonero, P. (1975). *BIOQUIMICA DE LAS FERMENTACIONES*. Madrid: E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid.
- IEQFB. (5 de Septiembre de 2023). *Instituto Europeo de Química Física y Biología* . Obtenido de IEQFB: <https://ieqfb.com/tipos-fermentacion-que-es/>
- Rios-Jara, J. &.-R. (2022). *Revista Agrotecnológica Amazónica*. Obtenido de <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.281>

- Petroche Torres, D. H. (2023). *RECIMUNDO*. Obtenido de [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.330-338](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.330-338)
- Wong-Villarreal et al. (2021). *CienciasUAT*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/>:
<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i2.1368>.
- Díaz Cañón, Y. S. (2022). *Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*. Obtenido de <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/>:
<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/5670>
- Reyes De La Cruz, V. Y. (2022). *Ciencia agro alimentaria*. Obtenido de <https://revistas.uncp.edu.pe/>:
<https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/1440>
- Vidal-Seguel, N. &.E. (2019). *International Journal of Morphology*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022019000401527&lng=es.
- Sporto, V. (2021). *INTA DIGITAL*. Obtenido de <https://repositorio.inta.gob.ar/>:
<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/12060>
- López López, A. G. (2023). *Contactos, Revista De Educación En Ciencias E Ingeniería*. Obtenido de <https://contactos.izt.uam.mx/>:
<https://contactos.izt.uam.mx/index.php/contactos/article/view/290>
- Gualotuña, K. (2024). *Repositorio UTA* . Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/>:
[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41628/1/Gualotu%
c3%b1a%20Karen.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41628/1/Gualotu%c3%b1a%20Karen.pdf)
- García, E. (2022). *Contribuciones Investigativas en Ciencia y Biotecnología*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89220237/LIBRO_CONTRIBUCIONES_
INVESTIGATIVAS_EN_CIENCIAS_Y_BIOTECNOLOGIA-
libre.pdf?1659492317=&response-content-
disposition=inline%3B+filename%3DCONTRIBUCIONES_INVESTIGATIVAS
_EN_CIENCIA.pdf&Expires=1724039191&Signatur](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89220237/LIBRO_CONTRIBUCIONES_INVESTIGATIVAS_EN_CIENCIAS_Y_BIOTECNOLOGIA-libre.pdf?1659492317=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCONTRIBUCIONES_INVESTIGATIVAS_EN_CIENCIA.pdf&Expires=1724039191&Signatur)
- Lancetti, R. (2017). *Universidad Nacional de Córdoba*. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/>:
[https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5467/Lancetti%20Romina.pdf?
sequence=1&isAllowed=y](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5467/Lancetti%20Romina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez, J. (2021). *Scielo*. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/106469/files/TAZ-TFG-2021-1141.pdf>

- Haro, L. M. (2020). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262020000200031&lng=en.
- Castro, L. &. (2024). *Scielo*. Obtenido de Colombia Médica: from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95342006000400009&lng=en&tlng=es.
- Camacho-Cruz, e. a. (2023). *Scielo*. Obtenido de Revista Salud Uninorte: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522022000300891
- Calvo-Carrillo et al. (2020). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562020000300116&lng=es&nrm=iso
- Hernández, O. (2021). *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&tlng=es.
- Caprabo S.A. (11 de Julio de 2024). *Fermentación láctica: la guía completa*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.caprabo.com/pdflink/es/67150b6b-663e-11eb-ba68-0a015e50794c/fermentacion-lactica.pdf>
- Fonseca, H., Duarte, E., Almeida, L., Alves, E., dos Santos, A., Santos, T., & Soares, M. (2020). Crecimiento, viabilidad y post-acidificación de *Lactobacillus plantarum* en la leche de transición bovina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(2).
- León, A., Motato, K., Granda, D., Montoya, O., Echeverri, S., Quinchía, L., . . . Valencia, J. (2005). Evaluación de Bacterias Acido Lácticas Colombianas en las Propiedades Sensoriales, Reológicas, Físicoquímicas y Microbiológicas de Masas Ácidas de Pan. *CENIC. Ciencias Biológicas*, 36(0253-5688).

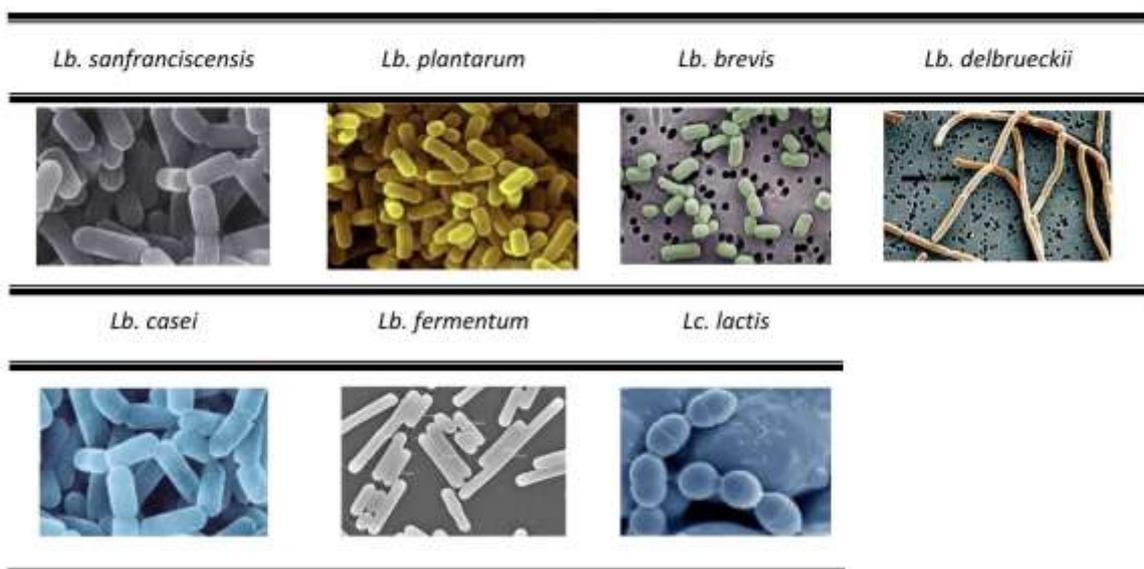
- Vallejo, C., Vera, J., Quintana, J., Verdezoto, D., Cajas, L., & Mendoza, T. (2018). Bacterias Ácido Lácticas presentes en el mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de dos variedades. *Revista de Investigación Talentos*, V(2631-2476).
- Parra, R. (2010). Review, Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. *Scielo*, 8(1692-3561).
- Heredía, P., Hernández, A., González, A., & Vallejo, B. (2017). Bacteriocinas de bacterias ácido lácticas: Mecanismos de acción y actividad antimicrobiana contra patógenos en quesos. *Interciencia*, 42(6), 340-346.

Anexos

Anexo 1:

Microfotografías de las principales bacterias ácido-lácticas presentes en la masa madre, Tomado de (Gomez-Ibáñez, 2021).

Microbiota de las masas madre | Julia Gómez Ibáñez



Microfotografías de las principales bacterias ácido-lácticas presentes en la masa madre

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

