UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA ACTIVIDAD PROBIÓTICA DEL YOGURT COMERCIAL

AUTOR(ES):

Manobanda Aseicha Darwin Ariel

Solano Guamán Víctor Geovanny

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Pérez Quintana Manuel Lázaro, PhD.

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA ACTIVIDAD PROBIÓTICA DEL YOGURT COMERCIAL

AUTOR(ES):

Manobanda Aseicha Darwin Ariel

Solano Guamán Víctor Geovanny

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Pérez Quintana Manuel Lázaro, PhD.

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	**5/5**	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	**5/5**	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	**20/20**	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	**15/15**	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	**15/15**	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	**25/25**	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	**10/10**	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	**5/5**	
VALORACIÓN TOTAL	**100/100**	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**100**

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MONICA PAULINA
ECHEVERRIA GUEVARA

Dra. Paulina Echeverría, PhD.
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los **04** días del mes de **marzo** de **2023.**

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Está bien.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Está bien.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	La Introducción ha mejorado mucho en cuanto a la ortografía, pero todavía siguen frases con una sintaxis no correcta.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	/
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	10/15	Se han realizado las mejoras sugeridas, sin embargo no queda claro todavía cuales son las "otras fuentes de Google" consultada. Si se trata de Google Scholar, hay que indicarlo. Dejar simplemente "otras fuentes de Google" no es correcto, ya que en la metodología se debe dar toda la información necesaria y suficiente para que otra persona pueda volver a replicar la misma revisión bibliográfica.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	20/25	La sección Resultados ha mejorado. Quedan todavía detalles de contenido y forma que debían mejorarse: - Las tablas han mejorado pero queda todavía débil científicamente la tabla 3. De hecho han hecho un resumen de los contenidos de algunos artículos pero esos no tiene un elemento común, lo cual en cambio debería guiar el sentido de la tabla - nombres científicos escritos no correctamente (como se había mencionado en otras partes del texto) - "in vivo" e "in vitro" en cursiva (no se consideró esta sugerencia en la segunda revisión)
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Las Conclusiones han mejorado.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Las Referencias han mejorado.
VALORACIÓN TOTAL	89/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	89

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
LAURA SCALVENZI .

Dra. Laura Scalvenzi

Dado en la ciudad de Puyo, a los 9 días del mes de marzo de 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: MANOBANDA ASEICHA DARWIN ARIEL, con C.I. 1805521471, con el Tema: "Revisión bibliográfica sobre la influencia de las bacterias ácido lácticas en la actividad probiótica del yogurt comercial", de la carrera de Agroindustria, dirigido por el Docente-tutor, Manuel Lázaro Pérez Quintana, con C.I. 1755190814, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 2%. Informe generado con fecha 02 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MANUEL LAZARO PEREZ QUINTANA

Manuel Lázaro Pérez Quintana
Docente Titular UEA

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	TIC – CORRECIÓN_SOLANO_DARWIN.docx (D159935702)
Submitted	3/2/2023 9:37:00 PM
Submitted by	
Submitter email	mperez@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	mperez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**TRABAJO-DE-INTEGRACIÓN-CURRICULAR.pdf** Document TRABAJO-DE-INTEGRACIÓN-CURRICULAR.pdf (D110327414)	1
SA	**2c55e31e49dc05b00f7f140e9eaf917688d8fa90.html** Document 2c55e31e49dc05b00f7f140e9eaf917688d8fa90.html (D134632081)	2
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PPP1- Cañar Requelme Nayeli Kerli - .docx** Document PPP1- Cañar Requelme Nayeli Kerli - .docx (D128864626) Submitted by: jgonzalez@uea.edu.ec Receiver: juan.gonzalez.uea@analysis.urkund.com	1
W	URL: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/11259 Fetched: 6/21/2021 10:36:25 PM	1
SA	**microbiologia+-+PC+4.pdf** Document microbiologia+-+PC+4.pdf (D152937009)	2
SA	**Ape_Na5_ Bacterias lácticas.pdf** Document Ape_Na5_ Bacterias lácticas.pdf (D120433885)	1
W	URL: https://docplayer.es/41757785-Tecnicas-moleculares-aplicadas-a-la-caracterizacion-y-estudio-de... Fetched: 4/30/2022 10:16:10 PM	1

Entire Document

Revisión bibliográfica sobre la influencia de las bacterias ácido lácticas en la actividad probiótica del yogur comercial
Manobanda Aseicha Darwin Ariel
da.manobandaa@uea.edu.ec Solano Guamán Víctor Geovanny agi2017153@uea.edu.ec Pérez Quintana Manuel Lázaro mperez@uea.edu.ec Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial (1)
Resumen

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: SOLANO GUAMAN VÍCTOR GEOVANNY, con C.I. 0302568621, con el Tema: "Revisión bibliográfica sobre la influencia de las bacterias ácido lácticas en la actividad probiótica del yogurt comercial", de la carrera de Agroindustria, dirigido por el Docente-tutor, Manuel Lázaro Pérez Quintana, con C.I. 1755190814, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 2%. Informe generado con fecha 02 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MANUEL LAZARO PEREZ QUINTANA

Manuel Lázaro Pérez Quintana
Docente Titular UEA

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	TIC – CORRECIÓN_SOLANO_DARWIN.docx (D159935702)
Submitted	3/2/2023 9:37:00 PM
Submitted by	
Submitter email	mperez@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	mperez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**TRABAJO-DE-INTEGRACIÓN-CURRICULAR.pdf** Document TRABAJO-DE-INTEGRACIÓN-CURRICULAR.pdf (D110327414)	1
SA	**2c55e31e49dc05b00f7f140e9eaf917688d8fa90.html** Document 2c55e31e49dc05b00f7f140e9eaf917688d8fa90.html (D134632081)	2
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PPP1- Cañar Requelme Nayeli Kerli - .docx** Document PPP1- Cañar Requelme Nayeli Kerli - .docx (D128864626) Submitted by: jgonzalez@uea.edu.ec Receiver: juan.gonzalez.uea@analysis.urkund.com	1
W	URL: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/11259 Fetched: 6/21/2021 10:36:25 PM	1
SA	**microbiologia+-+PC+4.pdf** Document microbiologia+-+PC+4.pdf (D152937009)	2
SA	**Ape_Na5_ Bacterias lácticas.pdf** Document Ape_Na5_ Bacterias lácticas.pdf (D120433885)	1
W	URL: https://docplayer.es/41757785-Tecnicas-moleculares-aplicadas-a-la-caracterizacion-y-estudio-de... Fetched: 4/30/2022 10:16:10 PM	1

Entire Document

Revisión bibliográfica sobre la influencia de las bacterias ácido lácticas en la actividad probiótica del yogur comercial
Manobanda Aseicha Darwin Ariel
da.manobandaa@uea.edu.ec Solano Guamán Víctor Geovanny agi2017153@uea.edu.ec Pérez Quintana Manuel Lázaro mperez@uea.edu.ec Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial (1)
Resumen

Revisión bibliográfica sobre la influencia de las bacterias ácido lácticas en la actividad probiótica del yogurt comercial

Manobanda Aseicha Darwin Ariel[1]
da.manobandaa@uea.edu.ec

Solano Guamán Víctor Geovanny[1]
agi2017153@uea.edu.ec

Dr. Pérez Quintana Manuel Lázaro, PhD. [2]
mperez@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra,
Carrera de Ingeniería Agroindustrial (1)

Resumen

La actividad que desarrollan las bacterias ácido lácticas como microorganismos probióticos presentes en el yogur, benefician en la salud de los consumidores, es por ello la importancia de conocer las bacterias más influyentes y el uso adecuado en la elaboración del yogur como bebidas funcionales de la agroindustria alimentaria. El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión bibliográfica sobre la acción probiótica que tienen las bacterias ácido lácticas presentes en el yogur comercial, analizando los tipos de BAL (bacterias ácido lácticas) para comprobar la viabilidad y la capacidad de supervivencia de los microorganismos utilizados en el producto final y definir los beneficios que estas presentan en la salud de las personas. Para ello se realizó una búsqueda sistemática en plataformas virtuales, filtrando la información según criterios de inclusión y exclusión. Los estudios analizados afirman que las bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. termophilus* son cultivos iniciadores para la obtención del yogur. Las mismas han demostrado mediante diferentes métodos y técnicas, la viabilidad y resistencia requeridas según la normativa ecuatoriana. Los beneficios se destacan por mejorar la digestión de lactosa, disminuir el efecto de la diarrea viral y la asociada a antibióticos, entre otros, así como garantizar la presencia de estos microorganismos en toda la vida útil del producto.

Palabras claves: Bacterias ácido lácticas, actividad probiótica, yogur.

Abstract

The activity developed by lactic acid bacteria as probiotic microorganisms present in yogurt benefits the health of consumers, which is why it is important to know the most influential bacteria and their appropriate use in the elaboration of yogurt as functional beverages in the food agroindustry. The objective of this study was to conduct a literature review on the probiotic action of lactic acid bacteria present in commercial yogurt, analyzing the types of LAB (lactic acid bacteria) to verify the viability and survival capacity of the microorganisms used in the final product and to define the benefits they have on people's health. For this purpose, a systematic search was carried out in virtual platforms, filtering the information according to inclusion and exclusion criteria. The studies analyzed affirm that lactic acid bacteria such as *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus salivarius subsp. termophilus* are starter cultures for obtaining yogurt. They have demonstrated by means of different methods and techniques, the viability and resistance required by Ecuadorian regulations. The benefits stand out for improving lactose digestion, reducing the effect of viral diarrhea and antibiotic-associated diarrhea, among others, as well as guaranteeing the presence of these microorganisms throughout the product's shelf life.

Key words: Lactic acid bacteria, probiotic activity, yogurt.

1. INTRODUCCIÓN

La elección de una dieta correcta para la alimentación del ser humano, genera la necesidad de seleccionar cuidadosamente los nutrientes en el consumo, con la finalidad de mantener las condiciones saludables del organismo, la OMS (2018) establece según la edad, sexo, actividad y estado de salud, los requerimientos mínimos que se deben cumplir para una nutrición apropiada, dietas como la mediterránea satisfacen las necesidades corporales y garantizan una buena salud en la población, siguiendo este concepto el yogur puede llegar a ser una opción más beneficiosa para el consumidor (Benítez, 2013).

El origen del yogur tiene lugar principalmente en Turquía, su nombre deriva del término búlgaro "jaurt", este alimento trasciende desde la antigüedad cuando la leche transportada en sacos de piel de cabra, producía la fermentación debido al calor y al contacto con las bacterias en su entorno, se define según norma NTE INEN 2395 (2011) como un producto de leche coagulada mediante la fermentación láctica por la acción de *Lactobacilus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de leche o derivados como la leche pasteurizada, leche concentrada pasteurizada o parcialmente desnatada (Pilataxi, 2016).

El yogur es una bebida nutricional con propiedades únicas, asociado con los indicadores alimentarios saludables, de alto nivel de minerales, vitaminas y proteínas (Higuera et al., 2019). Se consume a nivel mundial, encabezado por países europeos como Dinamarca, Finlandia, Suecia, Alemania, Francia, España y Holanda, siendo este último el más alto con un aproximado de 38 kg por persona cada año, mientras que en Estados Unidos representan apenas 3 kg per cápita, en Latinoamérica, liderada por Argentina, los consumidores buscan obtener precios justos, en mercados como Colombia estudios revelan que es el producto lácteo de mayor venta superando 137,1 millones de litros anuales, asimismo, Chile en los últimos años han incrementado sus ventas al 76,6% (Albujar *et al.*, 2017).

Ecuador, país productor por más de treinta años, con un promedio 5 millones de litros de leche por día, el 50% de esta producción se destina a la industria del yogur, cantidad que se ha visto afectada, en los mercados, a raíz de la pandemia, es por ello que las empresas y pequeños emprendedores pretenden innovar en sabor y textura, con la mezcla de diferentes frutas, cereales y la implementación del yogur griego natural para dar solución a esta problemática, asimismo de nuevos productores buscan posicionar sus

marcas, ante los consumidores preocupados en adquirir el producto de la mejor calidad (Delgado *et al*., 2023).

Este producto lácteo obtenido de la fermentación de un tipo de cultivo de BAL (bacterias ácido lácticas), desarrollan metabolismos microbianos de los azúcares para la producción de ácido láctico, las mismas que son utilizadas para regenerar compuestos benéficos en las personas (López et al., 2013).

Las bacterias ácido lácticas trascienden desde hace muchos años en el uso de alimentos fermentativos, se clasifican en homofermentativas las que solo producen ácido láctico y heterofermentativas las que producen ácido láctico y otras sustancias más, dando lugar a la transformación de las características sensoriales, texturas, olores y sabores deseados, control del pH, entre otros, en los productos lácteos (Erazo *et al*., 2021). Son definidas por su funcionalidad que las convierten en un grupo heterogéneo de bacterias Gram positivas, con capacidad de producir ácido láctico a partir de carbohidratos, no son formadoras de esporas y carecen de motilidad, se presentan en forma de cocos o bacilos, microaerofílicos o anaerobios facultativos (Sánchez y Tromps, 2014).

Según Ramírez et al. (2011), las bacterias ácido lácticas poseen una gran capacidad de conservar los alimentos gracias a la fermentación, producen compuestos antimicrobianos evitando así el desarrollo de los microorganismos patógenos y los productores de toxinas. Además, los mismos autores consideran que el uso de las bacterias ácido lácticas es muy amplio, dependiendo de la especie y su aplicación, que comprende el uso en ensilaje de pescado y en ensilados forrajeros como alimento para animales bovinos, carne procesada, preparación de la salsa de soya, obtención del jamón, vinos, salchichas, bebidas alcohólicas y vegetales, etc. De la misma forma, son utilizadas en alimentos probióticos como en el yogur, donde más adelante se enfoca como tema planteado de la investigación.

Según la FAO (2001), los probióticos son considerados alimentos funcionales, que se definen como microorganismos vivos, que administrados adecuadamente benefician en la salud de las personas (Sánchez *et al*., 2015).

En el estudio de Rondón et al. (2015), se manifiesta que los microorganismos para ser catalogados como probióticos deben cumplir con ciertas características como la capacidad de supervivencia y colonizar el intestino. Asimismo, la mayoría de estos no contienen una única cepa, sino que están combinadas con una variedad de especies de

microorganismos, también en ocasiones son asociadas con vitaminas y sustancias prebióticas. Además, los mecanismos de acción de los probióticos, incluyen la inducción a pH inferior a 4, inhibición del crecimiento de bacterias patógenas, producción de ácido láctico, disminución de la permeabilidad intestinal, aumento de la actividad de lactasa, efecto competitivo con otras bacterias patógenas, efectos sobre la inmunidad, entre otros.

De acuerdo con Ballesteros (2018), la importancia del consumo de estos microorganismos en alimentos funcionales como el yogur, brindan propiedades nutricionales en el cuidado de la dieta humana, donde los consumidores presentan mejor perfil metabólico y una mayor ingesta en hortalizas, frutas, verduras, asimismo en pescado y grasas no hidrogenadas (Babio *et al*., 2017).

Las enfermedades crónicas como el cáncer, hipertensión, cardiovasculares y la obesidad que afectan a la sociedad, están relacionadas directamente con la nutrición. Por estas razones, el presente artículo pretende contribuir con información más relevante de las bacterias influentes, que permitan desarrollar nuevas investigaciones y experimentos en la elaboración del yogur como una bebida funcional en la agroindustria alimentaria, seleccionando las bacterias ácido lácticas probióticas, para mejorar los beneficios en el estado nutricional en la salud del hombre (Blanco et al., 2017).

En el objetivo del presente estudio se realizó una revisión bibliográfica sobre la acción probiótica que tienen las bacterias ácido lácticas presentes en el yogur comercial, analizando los tipos de BAL para comprobar la viabilidad y resistencia según la normativa ecuatoriana de leches fermentadas, utilizados en el producto final y definir los beneficios que estas presentan en la salud de las personas.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación sistemática

La revisión se realizó en idioma español e inglés, donde se incluyeron artículos científicos experimentales y de revisión y tesis de grados publicados no mayor a 10 años de antigüedad, con acceso a textos completos.

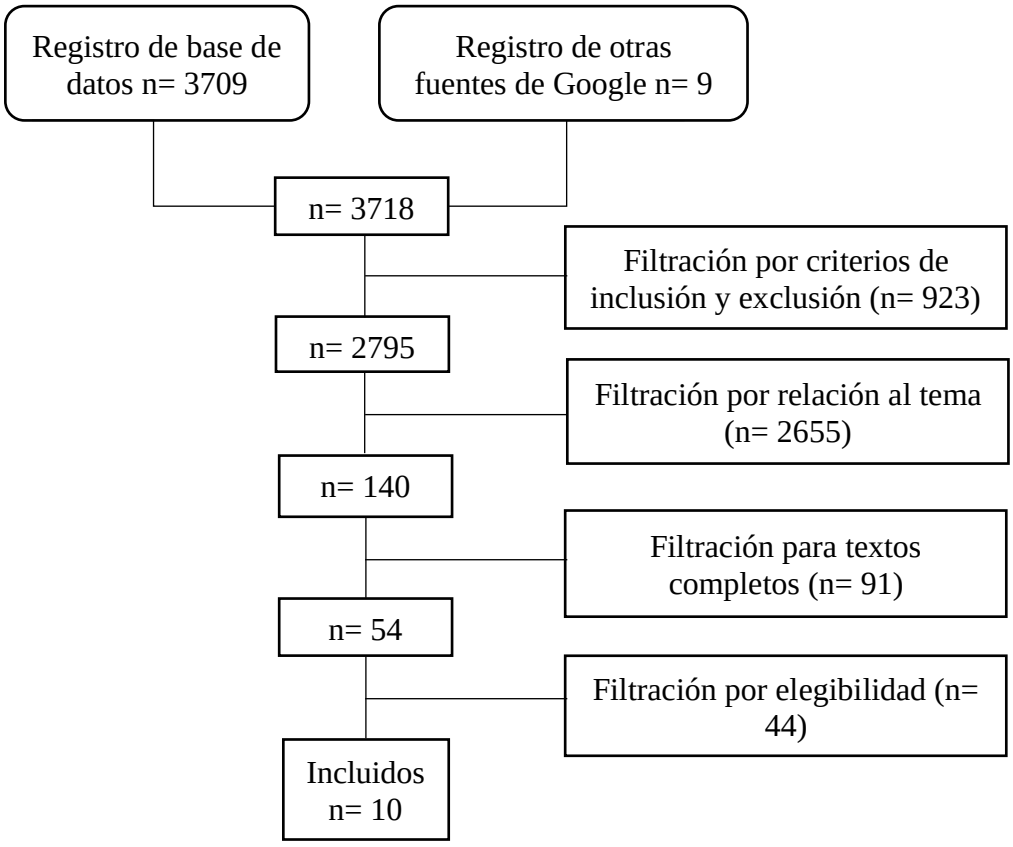
Las palabras claves utilizadas para realizar la búsqueda fueron “bacterias”, “ácido láctico”, “actividad probiótica” y “yogur”, además se utilizaron conectores lógicos AND, OR y NOT para sistematizar la búsqueda. Las plataformas utilizadas fueron ISI-Web

Science, Direct Sciece, Scielo y Google académico para una búsqueda de bibliografía gris. Asimismo, se utilizaron gestores bibliográficos Zotero.

2.2 Búsqueda realizada

En un total de búsqueda, se encontraron 3718 estudios relacionados con el tema planteado, registrando de la base de datos un total de 3709, más el registro de 9 estudios de otras fuentes de google, de los cuales, según los criterios de inclusión y exclusión se filtraron estudios repetitivos, estudios no acordes al tema y estudios mayores a 10 años de antigüedad, de esta forma quedan un total de 2795 estudios. Posteriormente, se procedió a filtrar la información que no guarde relación al tema, quedando un total de 145 estudios. Asimismo, se procedió a revisar los resúmenes y estudios que tengan acceso texto completo, quedando un total de 54 estudios. Finalmente, se incluyeron 2 estudios para el análisis de BAL, 7 estudios para comprobar la viabilidad de probióticos y 1 estudio para definir los beneficios, con un total de 10 estudios que fueron parte de la presente investigación, donde se procedió a analizar y obtener información relevante. A continuación, se detalla en la figura 1.

Figura 1. Búsqueda sistemática.



Fuente: diagrama de búsqueda sistemática según Aguilera (2014).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3 Características de las bacterias ácido lácticas

A continuación, se describen las características de las bacterias ácido lácticas en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Bacterias ácido lácticas utilizadas como cultivos iniciadores en la elaboración del yogur.

Bacteria Ácido Láctica	Clasificación	Temperatura de crecimiento	Ácido láctico
- Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	Homofermentativa	42 y 45 °C (termófila)	2.5 %
- Streptococcus salivarius subsp. termoohilus			0.7 - 0.8%

Fuente: (Rodríguez et al., 2014) y (Castillo, 2014).

En la tabla 1 se muestra la combinación de bacterias acido lácticas, en la mayoría de las investigaciones concuerdan que este cultivo iniciador es el utilizado para la elaboración de yogur. Según Rodríguez, y sus colaboradores (2014), mencionan que estas bacterias se caracterizan por ser cultivos heterofermentativas termófilos, se desarrolla de forma simbiótica, siendo incapaces de proporcionar las características del yogur de forma individual. De la misma manera Chila et al., (2014) mencionan el mismo cultivo iniciador con un desarrollo asociativo (simbiosis) entre en estas dos bacterias que permiten como resultado una rápida producción de ácido láctico. Lo mencionado por Rodríguez et al., (2014) y Loyola, (2020) concuerda en que la bacteria que inicia el proceso es el *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* el cual proporcionará aminoácidos como la valina, producido por la hidrólisis de la proteína presente en la leche, lo que favorecerá al desarrollo del *Streptococcus salivarius subsp. termophilus* este posteriormente produce ácido fórmico estimulando el crecimiento de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus.*

3.2 Cultivos probióticos

A continuación, en la siguiente tabla, se describen los microorganismos usados como probióticos en la elaboración del yogur (Tabla 2).

Tabla 2. Géneros más usados como probióticos.

Lactobacillus	*L. acidophilus*
	L. casei
	L. paracasei
	L. rhamnosus
	L. fermentum
	L. johnsonii
	L. reuterii
Bifidobacterium	*B.animals*
	B. lactis
	B. longum
	B. breve

Fuente: (Bonilla, 2009) y (Castillo, 2014).

Los géneros utilizados como probióticos para yogures comerciales descritos en la tabla 2, según Castillo (2014), menciona en su investigación como los más utilizados en productos lácteos fermentados y los microorganismos utilizados como probióticos con su fabricante, los cuales son identificados por su género, especie y una designación alfanumérica, catalogados como comerciales, por ejemplo, *lactobacillus acidophillus* La-5 fabricado por Chr-Hansen, *lactobacillus acidophilus* NCFM fabricado por Danisco, *lactobacillus casei* DN-114 001 y *Bifidobacterium animalis DN173 010* fabricado Danone/Dannon. González, y sus colaboradores (2014), en su estudio establecieron la utilización de la microencapsulación de *lactobacillus acidophilus*, que aporta consistencia en el yogur, definiendo que esta técnica permite la inclusión de bacterias probióticas sin afectar la apreciación del producto final. La investigación de Zapata et al., (2015) donde el *Lactobacillus casei* actuó como probiótico y registró una disminución en los tiempos de almacenamiento, determinando a este producto como alimento nutracéutico. Las

bacterias probióticas como se revisó en diferentes investigaciones, deben estar activas desde el inicio y durante la vida útil del producto como lo establece la Norma Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011, estas condiciones se deben generar en la elaboración de yogur, para utilizar estas bacterias probióticas y que estén activas en todo el tiempo de vida útil del producto.

3.3 Viabilidad las bacterias probióticas

A continuación, en la siguiente tabla (Tabla 3) se detallan los estudios recopilados sobre la influencia, en viabilidad y resistencia, de las bacterias probióticos en condiciones gastrointestinales.

Tabla 3. Autores y estudio.

Autor	Estudio	Tipo investigación	Bacterias ácido lácticas	Resultados
García, (2011).	Técnicas moleculares aplicadas a la caracterización y estudio de la supervivencia de bacterias lácticas del yogur	Estudio de investigación experimental	- *Lactobacillus delbrueckii* - *Streptococcus thermophilus*	Determinaron la resistencia y el nivel de variabilidad en las cepas in vitro a los jugos gastrointestinales. Asimismo, determinaron in vivo la supervivencia al tracto gastrointestinal. Por tanto, sugieren que las cepas de *Streptococcus thermophilus* de los yogures fueron viables en muestras de heces y su evolución del microbiota intestinal.
Castillo, (2014).	Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración	Estudio de investigación experimental	- *Lactobacillus acidophilus* - *Bifidobacterium*	En el yogur batido determinaron que *Lactobacillus acidophilus* mediante el cultivo Yo-Fast-88 cumplió con la Normativa Ecuatoriana con el indicador 10^6 UFC/g por 21 días, y no así la cepa *Bifidobacterium* que alcanzó solamente 7 días. Asimismo, en el yogur elaborado determinaron sensorialmente mediante el cultivo ABY-3 cumple con la legislación establecida alcanzando promedios mayores a 10^7 UFC/g como el mejor ($p<0.05$) manteniendo las

				características fisicoquímicas y sensoriales a los 28 días de almacenamiento a 4°C.
Rodríguez, (2019).	Validación de una metodología para la cuantificación de un microorganismo probiótico (*Lactobacillus acidophilus* La3) en yogur	Estudio de investigación experimental	- *Lactobacillus acidophilus*	Determinaron que el método analítico es eficiente con un nivel de confianza del 95% que conlleva una incertidumbre combinada de 0.05 y expandida de 0.106 log 10.
Montijo, (2017).	Estudio del potencial probiótico de *Lactobacillus plantarum* C4	Estudio de investigación experimental	- *Lactobacillus plantarum* C4	Determinaron la resistencia en *Lactobacillus plantarum* C4, la sinergia con la adición de fructooligosacárido (FOS), ejerce antibiosis con diversos patógenos intestinales, inactivación de citotoxinas de *Clostridium difficile* con la producción de ácidos, inhibe antimutágenicamente, inmunomodulación in *vitro e in vivo* y resistencia a infección experimental mediante *Yersinia enterocolitica*.
Sánchez y Hidalgo, (2020).	Evaluación de la viabilidad de las bacterias ácido-lácticas usadas para la elaboración de yogur frente a fluido gástrico simulado	Estudio de investigación experimental	*Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Bifidobacterium lactis* y *Lactobacillus* GG	Determinaron que las BAL y microorganismos probióticos cumplen con los requisitos establecidos de cultivos de yogur según la normativa ecuatoriana. Asimismo demostraron que todas las marcas de yogur ensayados son capases de sobrevivir en condiciones sometidas del fluido gástrico simulado con y sin enzima y posee cargas superiores a 10^5 UFC (Unidades formadoras de colonias/ml), con un orden más alto de porcentaje en microorganismos que contenían *Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus* y

				Bifidobacterium lactis seguidos de *Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus gg.*
Ramírez et al., (2017).	Desarrollo de una leche de cabra fermentada empleando *L. acidophilus* en co-cultivo con las BAL del yogur	Artículo de investigación experimental	- *Lactobacillus acidophilus*	Determinaron la mejor mezcla de conservación que cumple con la normativa ecuatoriana en viabilidad superiores a los 21 días (log.(UFC/mL) de 9) de leche fermentada.
Défaz y Moreira, (2017)	Evaluación de alginato de sodio en la encapsulación de *Lactobacillus plantarum* en yogur sin sabor	Artículo de investigación experimental	- *Lactobacillus plantarum*	Determinaron al probiótico la capacidad de supervivencia en la cápsula de alginato de sodio en el tracto gastrointestinal simulado, manteniendo la viabilidad de 6.03 Log UFC/g. Mientras que su temprana liberación, afectó la viscosidad y acidez en un 95%, disminuyendo su capacidad de supervivencia debido a la elevada población bacteriana.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio realizado utilizando técnicas moleculares para la caracterización y estudio de la supervivencia de bacterias lácticas *in vitro* e *in vivo*, los autores sugieren que todos los yogures comerciales sometidos al análisis respectivo, cumplen con la normativa legal en cuanto al número de microorganismos viables mediante la técnica DVC-FISH, asimismo concluyen que las cepas del género *Lactobacillus* obtuvieron mayor heterogeneidad que las cepas del género *Streptococcus* (García, 2011).

En el estudio sobre la viabilidad de probióticos entre dos tipos de yogur comerciales indica, que el cultivo Yo-Fast-88, no mantienen el efecto funcional con las especies *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, el tiempo de vida útil alcanzado en estos fue de 21 y de 7 días en las bacterias probióticas respectivamente, mientras que en el cultivo ABY-3 contiene cepas específicas La-5® de *Lactobacillus acidophilus* y Bb-12® del género *Bifidobacterium lactis*, superando la viabilidad mínimo de 10^6 UFC/g en refrigeración de (4°C) durante 28 días, también el experimento del yogur con pulpa de

mango y el yogur sabor a mango no presentó diferencias significativas ($p>0.05$) en los días de control, finalmente concluyen que las características físico-químicas y sensoriales son similares entre ambos cultivos (Castillo, 2014)

En el estudio de validación de una metodología para la cuantificación de un microorganismo probiótico, los autores sugieren que el método analítico cumple con los estándares microbiológicos, donde en el recuento en placa agar HHD de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en las bacterias probióticas del género *Lactobacillus acidophilus* La3, obtuvieron el 95% de nivel de confianza en una incertidumbre combinada de 0.05 log10 y una incertidumbre expandida de 0.106 log10, demostrando una clara ventaja macroscópica del probiótico con respecto a la microbiota, así también concluye que el método analítico es diferencial que genera respuestas lineales exactas (Rodríguez, 2019).

Un estudio realizado sobre el potencial probiótico de *Lactobacillus plantarum* C4, se determinó la resistencia del microorganismo en un crecimiento moderado *in vitro* en la digestión gastrointestinal, prolongando la viabilidad con la adición de fructooligosacárido prebiótico (FOS) que además actuó como un efecto inhibidor a las cepas de bacterias patógenas intestinales como: *Escherichia coli, L. Plantarum*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* y *Enterococcus faecalis*. Asimismo, *L. plantarum* C4 ejerció antibiosis en *Clostridium difficile* inactivando las citotoxinas en la producción de ácidos, inhibió significativamente la mutagenicidad del 2-nitrofluoreno en la cepa auxotrofa del *S. typhimurium* cuando la C4 vio abolida su viabilidad, permitiendo anular el mutágeno, finalmente, demostraron mediante pruebas de inmunomodulación in *vitro*, en células, *in vivo*, en animales experimentales, que incrementó los mecanismos de defensa en condiciones basales con *Y. enterocolitica* (Montijo, 2017).

Un estudio realizado sobre la evaluación de la viabilidad de las bacterias ácido lácticas, se asegura que el 83.33% de cinco clases de yogures ensayados (A, B, C, D y E), cumplieron con los requisitos establecidos por la normativa ecuatoriana INEN 2395:2011, así todos las marcas ensayadas demostraron la capacidad de sobrevivir a temperaturas de 37°C en 2 horas con cargas superiores a 10^5 UFC/ml, simulados con y sin enzimas en condiciones de fluido gástrico humano a 1.2 de pH (Sánchez & Hidalgo, 2020).

En un estudio realizado sobre el desarrollo de una leche de cabra, determinan *in vitro* que este lácteo puede adquirir características probióticas, adicionando durante la fermentación el *Lactobacillus acidophilus* obtenidos mediante cultivos de las bacterias ácido lácticas del yogur, esto indica que los microorganismos probióticos además de presentarse en el yogur, también se puede garantizar en dicha sustancia previo a un buen tratamiento térmico, sustituyendo la dieta del origen bovino y cumpliendo con la norma INEN ecuatoriana para leches fermentadas (Ramírez et al., 2017).

En este estudio sobre la evaluación de algitano de sodio en la encapsulación de *Lactobacillus plantarum* los autores mencionan que se comparó al probiótico encapsulado con el probiótico libre, en un tiempo de 30 días a 4 °C mediante conteos microbiológicos, comprobaron que mantuvo su concentración de 6.03 Log UFC/g según la normativa y que mejoró significativamente su vida útil frente al probiótico libre. sin embargo, afirman que las capsulas se detectaron durante el análisis sensorial por los panelistas, generando la liberación del probiótico al masticarlo y que, a su vez, perjudicó significativamente las características sensoriales del yogur (Défaz y Moreira, 2017).

En el análisis de los siete estudios (Tabla 3), permiten comprobar que los microorganismos probióticos seleccionados cumplen con los requerimientos establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2608:2012 de leches fermentadas en la viabilidad y resistencia, la mejores técnicas en tipos de cultivos para unidades formadoras de colonias, la adicción de diferentes frutas y otros microorganismos prebióticos para caracterizar el sabor, además, un estudio determinó el uso de estos probióticos en otros productos derivados de lácteos para bebidas funcionales.

3.4 Beneficios de los microorganismos probióticos

A continuación, en la tabla 4, se definen los principales beneficios de los microorganismos probióticos que brindan en la salud de las personas.

Tabla 4. Beneficios de los principales probióticos.

Probióticas	Beneficios
Lactobacillus acidophilus	• Mejora el metabolismo de la lactosa • Reduce el riesgo de cáncer de colon mediante la limitación de los daños del ADN en las células del colon, lo que reduce la actividad de las enzimas pro carcinogénicos y muta génicos vinculantes • Prevención y trata de diarrea • Contribuye a la digestión de la lactosa • Prevención y tratamiento de vaginosis bacteriana causada por *Candida albicans*
Lactobacillus casei	• Usada en casos de diarrea infecciosa • Reducción del riesgo de trastornos gastrointestinales • Reducción de la actividad de las enzimas pro carcinogénicas
Streptococcus thermophilus	• Mejora en la intolerancia a la lactosa • Ayuda en diarreas producidas por antibióticos
Bifidobacterium animalis	• Ayuda en procesos de digestión, • Previene formas de crecimiento de tumores • Ayuda a obtener componentes beneficiosos del chocolate que ayudan al corazón

Fuente: (Díaz, 2019) y (Castillo, 2014).

Según la tabla 4 los benéficos en la salud del consumidor son ejercidos por las bacterias ácido lácticas utilizadas en la elaboración de yogur, del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Taco & García, (2021) destacaron los efectos beneficiosos a la salud del *Lactobacillus acidophilus*, ayudando en desordenes gastrointestinales por efecto de microrganismos patógenos, hipercolesterolemia humano, la intolerancia a la lactosa y en la prevención del cáncer de colon.

4. CONCLUSIONES

Las bacterias ácido lácticas utilizadas en el yogur son una combinación de cultivos iniciadores tales como *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. termophilus*, que dan en conjunto las características del producto final. Como cultivo probiótico se determinaron en los géneros *Lactobacillus y Bifidobacterium,* estas sobreviven en el yogur generando una función específica beneficiosa en el consumidor.

La viabilidad y resistencia de los microorganismos probióticos se determinaron, según Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2608:2012), la cual establece como indicador mínimo de 10^6 UFC/g, por 21 días en temperaturas de 4°C durante el almacenamiento, además, mediante métodos de cuantificación generando un nivel de confianza del 95%, en géneros de *Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Bifidobacterium lactis* y *Lactobacillus rhamnosus* GG.

Los beneficios de cada cultivo probiótico están relacionados con su supervivencia en el producto final, definiendo lo establecido en la norma ecuatoriana que debe garantizar la presencia de estos microorganismos en toda la vida útil del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o meta análisis? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, *21*(6), 359-360. https://doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010

Albujar, M. M., Campoverde Niño, O. J., Chinchay, K. L., Lazo, J. I., & Milla, C. I. (2017). *Diseño de la línea de producción de yogurt a base de aguaymanto y yacón*. https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2833

Babio, N., Mena, G., & Salas, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, *34*, 26-30.

Ballesteros, M. (2018). Papel de los prebióticos y los probióticos en la funcionalidad de la microbiota del paciente con nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*. https://doi.org/10.20960/nh.1956

Bautista, L. (2017). Preparación de yogur enriquecido en ácido lacto biónico como prebiótico. Universidad de Oviedo.

Benítez, L. (2013). *Formulación de un yogur funcional de zanahoria*. https://riunet.upv.es/handle/10251/27916

Blanco, A. M., Cuello, M. F., & Jara, D. A. (2017). *Yogurt a base de semillas, para personas intolerantes a la lactosa*. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/36444

Bonilla, J. (2009). Revisiones de la ciencia y tecnología e ingeniería de los alimentos: Vol. Vol. 9. Revista Recítela.

Bustillo, M. V., & Zelaya, M. V. V. (s. f.). YOGURT NATURAL A PARTIR DE LECHE CON SUERO LÁCTEO A ESCALA DE LABORATORIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, SEDE REGIONAL DEL NORTE, ESTELÍ NICARAGUA. *Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo*, *9*(1), 59-68.

Nte-inen-2395-2r.pdf. (2011). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf

Castillo, M. J. (2014). Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2406

Cervantes, A., Castro, W., Morales, A. C., & Urrutia, T. A. U.-H. (2022). Probióticos extraídos de fuentes vegetales y animales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, *8*(16), Art. 16. https://doi.org/10.29057/icap.v8i16.8421

Chila, E., Ancco, T., & Choquehuanca, F. (2014). Influencia de la temperatura, porcentaje de grasa y sólidos no grasos en el crecimiento cinético de bacterias acido lácticas del yogur. Ciencia & Desarrollo, 17, Art. 17. https://doi.org/10.33326/26176033.2014.17.377

Défaz, A. S., & Moreira, J. F. (2017). *Evaluación de alginato de sodio en la encapsulación de Lactobacillus plantarum en yogur sin sabor*. https://bdigital.zamorano.edu/items/e9f0069f-071b-4183-a9c4-cdeff6587670

Delgado, J. I. Z., Rosado, M. X. Á., Cusme, E. C. M., & Cusme, Y. A. Z. (2023). Estudio del posicionamiento del yogurt griego natural en la zona sur de Manabí: Vínculo

universidad-empresa: Study of the positioning of natural Greek yogurt in the southern área of Manabí: university-company link. *Maestro y Sociedad*, *20*(1), Art. 1.

Díaz, J. (2019). Beneficios de los probióticos y la bacterioterapia. https://vinculando.org/wp-content/uploads/kalins-pdf/singles/beneficios-de-los-probioticos-y-la-bacterioterapia.pdf

Erazo, F. M. E., Lucas, M. Á. A., & Vallejo, W. J. Y. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico *bifidobacterium spp*. Formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. *SATHIRI*, *16*(2), 108-121. https://doi.org/10.32645/13906925.1076

Estrella, F. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas del yogurt con probiótico *Bifidobacterium* spp. Formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. SATHIRI sembrador, 108-121.

García, J. (2011). Técnicas moleculares aplicadas a la caracterización y estudio de la supervivencia de bacterias lácticas del yogur [Tesis doctoral, Universitat Politécnica de Valencia]. En *Riunet*. https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/14010

González Cuello, R. E., Pérez Mendoza, J., & Urbina Suarez, N. A. (2014). Efecto de la Micro encapsulación sobre las Propiedades Reo lógicas y Fisicoquímicas del Yogurt Blando. Información tecnológica, 25(6), 45-56. https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000600007

Higuera, J. V., Aguirre, R. N., Arenas, F., Correa, G. A., Higuera, J. V., Aguirre, R. N., Arenas, F., & Correa, G. A. (2019). Análisis fisicoquímico y sensorial de queso fresco con reemplazo de grasa por lípidos de aguacate (Persea americana Mill V. Hass). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *22*(1). https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1199

Lecarnaque, E. (2019). Efecto de tres porcentajes de inóculo de *Lactobacillus casei* y tres concentraciones de arroz sobre la acidez del ensilado de residuos de pescado. Universidad Nacional de Tumbes.

López, T., Prado, A., Nevárez, G. V., Contreras, J. C., Rodríguez, R., & Aguilar, C. N. (2013). Enhancement of antioxidant capacity of coffee pulp extracts by solid-state lactic fermentation. *CyTA - Journal of Food*, *11*(4), 359-365. https://doi.org/10.1080/19476337.2013.773563

Lopretti, D. M. (2014). *Identificación y caracterización de un aislamiento nativo del generó lactobacillus cón propiedades próbióticas y su potencial usó en la industria láctea*.

Loyola, M. (2020). Evaluación del efecto del benzoato de sodio y sorbato de potasio sobre el crecimiento de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* del yogur [Universidad Central del Ecuador]. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23605/1/UCE-FCQ-LOYOLA%20MELANIE.pdf

Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, *91*(3), 149-155. https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009

Montijo, S. M. de. (2017). *Estudio del potencial probiótico de Lactobacillus plantarum C4*. Universidad de Granada. https://digibug.ugr.es/handle/10481/49018

Otero, J. (2022). Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en el mosto de dos tipos de tuna, amarilla y roja, para la bioconservación de tomate (Solanum lycopersicum): Riñón, cherry redondo y cherry pera. Universidad de las Fuerzas Armadas.

Parra, R. (2010). Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. 8(1), 93-105.

Pilataxi, A. (2016). *Utilización de la oca (oxalis tuberosa) para la elaboración de yogurt. Riobamba 2014* [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/11360

Ramírez, C. L., González, C. L., Quiroz, N. S., & Bravo, G. M. (2017). Desarrollo de una leche de cabra fermentada empleando l. acidophilus en co-cultivo con las bal del yogur. *Alimentos Hoy*, *25*(41), 77.

Ramírez, J. C., Rosas, P., Velázquez, M. Y., Ulloa, J. A., & Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf*. http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/436

Rodríguez, D. M. (2019). *Validación de una metodología para la cuantificación de un microorganismo probiótico (Lactobacillus acidophilus La3) en yogur*. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/11259

Rodríguez, J. (2008). Microorganismos y salud: Bacterias lácticas y bifidobacterias probióticas. Editorial Complutense.

Rodríguez, J. M., Serna, J. A., Uribe, M. A., Klotz, B., & Quintanilla, M. X. (2014). Aplicación de la metodología de superficie de respuesta para evaluar el efecto de la concentración de azúcar y de cultivos iniciadores comerciales sobre la cinética de fermentación del yogurt. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 13(1), Art. 1.

Romero del Castillo, R., & Mestres, J. (2004). Productos lácteos. Tecnología. Univ. Politèc. de Catalunya.

Rondón, L., Añez, M., Salvatierra, A., Meneses, R. T., & Heredia, M. T. (2015). Probióticos: Generalidades. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, *78*(4), 123-128.

Ruiz Rivera, J. A., & Ramírez Matheus, A. O. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. Revista de la Facultad de Agronomía, 26(2), 223-242.

Sánchez, J. J., & Hidalgo, A. M. (2020). *Evaluación de la viabilidad de las bacterias ácido-lácticas usadas para la elaboración de yogurt frente a fluido gástrico simulado* [BachelorThesis, Quito: UCE]. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21958

Sánchez, L., & Tromps, J. (2014). Caracterización in vitro de bacterias ácido lácticas con potencial probiótico. *Revista de Salud Animal*, *36*(2), 124-129.

Sánchez, M. T., Ruiz, M. A., & Morales, M. E. (2015). Microorganismos probióticos y salud. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, *56*(1), 45-59. https://doi.org/10.4321/S2340-98942015000100007

Tobar, & Asimbaya. (2018). *Repositorio Digital: Propuesta para la creación de la microempresa "korbán" dedicada a la producción y comercialización de yogurt*

elaborado de remolacha—Mora, en la Parroquia de Alóag, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16534

Taco, K., & García, P. (2021). Optimización de parámetros para la elaboración de leche ácida con *Lactobacillus acidophilus*. Información tecnológica, 32(1), 179-186. https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100179

Thamires, T., Tolentino, A., Oliveira, K., & Moreira do santos, T. (2021). Bacterias lácticas, sus características e importancia. V.10(n. 11), 1-30. http://dx.doi.org/10.33448/rsd

Zapata, I., Sepúlveda, U., & Rojano, B. A. (2015). Efecto del Tiempo de almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw). Información tecnológica, 26(2), 17-28. https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200004

5. ANEXOS

5.1 Marco teórico

5.1.1 Bacterias ácido lácticas

Son un grupo de bacterias que se encuentran ampliamente en la naturaleza, son microorganismos Gram positivos, catalasa negativos, pueden ser cocos o bacilos. Se encuentran en diferentes ambientes ricos en nutrientes como son los tractos gastrointestinales y urogenital, al igual en alimentos como productos lácteos, la carne y cereales sometidos a un proceso de fermentación (Thamires *et al.*, 2021).

Parra (2010) manifiesta que estas bacterias son muy importantes en procesos de fermentación, ya que son utilizadas en la industria alimentaria, tanto por su habilidad de acidificar y así preservar los alimentos de las esporas como también pueden mejorar la textura, aroma, olor y sabor en alimentos fermentados.

5.1.2 Taxonomía y características

Según Parra (2010) la clasificación de las BAL inicia en 1919 por Orla Jensen, teniendo en cuenta que comprende un diverso grupo de organismos Gram-positivos, no formadores de esporas ni motilidad, forma de cocos y carencia de catalasa. El mismo que considera que se trata de un grupo de longitud variable y de un grosor de 0.5 – 0.8 µm.

5.1.3 Funciones de las bacterias ácido lácticas

Tabla 5. Funciones en la tecnología de alimentos de las bacterias ácido lácticas.

Funciones en la tecnología de alimentos de las BAL	• Formación de sabor ácido • Inhibición de organismos patógenos • Gelificación de la leche • Reducción del contenido de lactosa • Formación de aroma • Producción de gas requerida para la formación de ¨ojos¨ en los quesos • Proteólisis requerida en la maduración de los quesos • Probióticos

Fuente: Parra, (2010).

De acuerdo a la investigación de Parra (2010) la principal función de las bacterias ácido lácticas es la formación de ácidos orgánicos, como el ácido láctico que a una

velocidad conveniente asegura una fermentación consistente y exitosa. Este autor manifiesta que el ácido láctico se puede obtener de la fermentación de la lactosa, que da un sabor característico a ácido fresco en las leches fermentadas, mejorando la textura y cuerpo en los quesos e inhibiendo el desarrollo de contaminantes y patógenos, esto asegura un producto final de calidad en el valor nutricional de productos alimenticios.

5.1.4 Clasificación de las bacterias ácido lácticas

Otero (2022) presenta una clasificación de las bacterias ácido lácticas basándose en criterios como la temperatura de crecimiento, géneros, características bioquímicas entre otras. En la tabla 6 Otero (2022) muestra dicha clasificación.

Tabla 6. Criterio en la clasificación de las bacterias ácido lácticas.

Criterio de clasificación	Grupos	Descripción	Ejemplos
Temperatura de crecimiento	Mesófilas	Temperatura ideal entre 20 a 25 °C, con tiempo de 18 a 20 horas	*Lactococcus lactis* *Leuconostoc mesenteroides*
	Termófilas	Temperatura ideal de 40 a 45 °C, con tiempos de 2 a 4 horas	*Lactobacillus delbrueki* *Lactobacillus casei* *Lactobacillus plantarum*
Características	Homofermentativas	Convierte la glucosa en dos moléculas de ATP y como producto principal 85% ácido láctico	*Lactococcus* *Pediococcus* *Enterococcus* *Streptococcus*
	Heterofermentativas	Convierten la glucosa en una molécula de ATP y como producto 50% de ácido láctico, acético, etanol y dióxido de carbono	*Lactococcus* *Lactobacillus* *Enterococcus* *Strepptococcus* *Leconostoc* *Pediococcus*

Fuente: (Ortega, 2022).

Las bacterias ácido lácticas utilizan diferentes rutas metabólicas para hidrolizar las hexosas producidas a partir de la lactosa, esto permite clasificarlas en homofermentativas cuando una molécula de lactosa produce cuatro de ácido láctico, y

heterofermentativa cuando producen dos moléculas de ácido láctico a partir de una de lactosa (Romero del Castillo & Mestres, 2004)

5.1.5 Metabolismo de la lactosa

Romero del Castillo y Mestres (2004) mencionan que el metabolismo consiste en transportar el azúcar al interior de la célula bacteriana y su posterior hidrólisis, donde mencionan las siguientes fases:

Fase 1) Captación de la lactosa por la célula bacteriana y formación de mono fosfatos de hexosas

Para esta actividad existen dos mecanismos para transportar la lactosa a través de la membrana celular:

a) El sistema fosfoenol–piruvato fosfotransferasa dependiente (PEP/PTS): transforma la lactosa en lactosa-P y de esta forma será trasladada al interior de la célula, en donde un fosfato de fosfo-β-galactosidasa (P-β-gal) hidroliza la lactosa-P en glucosa y galactosa-6-P, luego la glucosa pasa a glucosa 6-P, estos azúcares serán metabolizados posteriormente (Romero del Castillo & Mestres, 2004)

b) El sistema permeasa ATP-dependiente: Romero del Castillo & Mestres, (2004) exponen que este sistema consiste en el transporte de la lactosa directamente a través de la membrana hidrolizando en glucosa y galactosa por una lactasa. De igual forma la glucosa pasa a glucosa 6-P por bacterias capaces de fermentar la galactosa por la ruta de Leloir.

Romero del Castillo & Mestres (2004) generalizan que estos mecanismos de transporte los tienen las bacterias lácticas, la importancia de cada uno es variable. Lo que manifiesta que para el género *Lactococcus* predomina el sistema de transporte (PEP/PTS), como bacterias homofermentativas mesófilas. El sistema permeasa es el que predomina en las bacterias homofermentativas termofilas, como ejemplo el *Streptococcus thermophilus* no existe actividad P-β-gal. También mencionan el uso de las bacterias del yogur (*Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbruekii ssp. bulgaricus*) estas utilizan el mecanismo de permeasa, no poseen las enzimas de la ruta de Leloir, por esta razón la galactosa no se hidroliza, es excretada o transformada en polisacáridos, contribuyendo a la textura cremosa del yogur. Romero del Castillo y Mestres (2004)

mencionan que en la mayoría de las bacterias heterofermentativas, el principal sistema de transporte es la permeasa.

Fase 2) Metabolismo posterior

Las fermentaciones heterofermentativas y homofermentativas tienen diferentes rutas, en cada una de estas vías ocurren reacciones consecutivas que catalizan por diversidad de enzimas. La energía liberada por la transformación de moléculas complejas a sencillas se transforma en ATP, esta energía es utilizada por las bacterias para su desarrollo (Romero del Castillo & Mestres, 2004).

a) Fermentación láctica homofermentativa

La glucosa se metaboliza por la vía glicolítica o ruta de Embden-Meyerhof y la galactosa 6-P entra por la ruta de la tagatosa, las enzimas que regulan este proceso son: Aldolasas responsables del paso de las hexosas difosfato a gliceraldehido-3P, Piruvato kinasa (PK), esencial para la transformación del piruvato, Lactato deshidrogenasa (LDH), que cataliza el paso del piruvato en ácido láctico. Asimismo, los autores mensionados anteriormente indican, que la actividad de las diferentes enzimas que actúan en la ruta metabólica y la formación de los metabolitos regulan la captación de lactosa por parte de la bacteria hasta que la acidez desarrollada frena la multiplicación de las bacterias lácticas. Pone en consideración el caso de los *Lactococcus*, esto sucede cuando se ha producido entre un 0.6% y un 0.9% de ácido láctico, en cambio en el caso de los *Lactobacillus* homofermentativos cuando los niveles se encuentran entre el 1.8 y 2.5%, si la acidez no es capaz de impedir el crecimiento estas estarían en la capacidad de convertir entre el 90 y 95% de la lactosa en ácido láctico, esta acción será aprovechada tecnológicamente para producir grandes cantidades de ácido láctico por la bacteria *Lactobacillus helveticus* (Romero del Castillo & Mestres, 2004).

Reacción del metabolismo homofermentativo:

Lactosa + 4H3PO4 + 4 ADP → 4 Ácido láctico + 4 ATP + 3H2O

b) Fermentación láctica heterofermentativa

Romero del Castillo & Mestres, (2004) mencionan que este tipo de bacterias no pueden fermentar la lactosa por la parte de la vía glucolítica, la presencia de glucosa-6-P-deshidrogenasa y de fosfoketolasa, permite el metabolismo por la ruta del 6-P-gluconato. La fosfoketolasa hidroliza el 6-P-gluconato a CO_2 y pentosa-5-P, que a su vez se convierte en gliceraldehido-3-P y acetil-P. El gliceraldehido-3-P se incorpora entonces en la vía glicolítica y acetil-P es hidrolizado a etanol, si no existen otros receptores de hidrógeno.

Reacción del metabolismo heterofermentativo:

Lactosa + 2H3PO4 + 2ADP →2 Ácido láctico + 2 etanol + 2 CO_2 + 2 ATP + H_2O

5.1.6 Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que, suministrados en forma de preparado alimenticio, generan un efecto benéfico a la salud y reducen el riesgo de contraer enfermedades en el consumidor, considerando estos beneficios se puede destacar su contribución al equilibrio de la microbiota intestinal, protegiendo contra infecciones entéricas; reducción de los niveles de colesterol, la regulación de la tensión arterial o prevención del cáncer (Rodríguez, 2008).

Según Rodríguez (2008) los alimentos son el principal vehículo de ingestión de las bacterias probióticas, los más importantes son los alimentos derivados de la fermentación de la leche, con la finalidad de adecuarse a hábitos alimenticios de los consumidores, las bacterias probióticas de los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* son incluidos en estos, obteniendo productos como el yogur, en el que se encuentran bacterias *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Por el hecho de estar vivas, estas bacterias no se muestran inertes en el alimento menciona el autor, sino que se multiplican y son metabólicamente activas, lo que aporta cualidades nuevas. Al momento de diseñar un alimento que contenga probióticos el autor menciona aspectos a tomar en cuenta, estos son tecnológicos y sensoriales; al momento de incluir probióticos es necesario considerar características organolépticas agradables al consumidor, manteniendo sus beneficios a la salud de las personas, con la concentración deseada y viabilidad probiótica del alimento.

5.1.7 Características de los probióticos

Para que un microorganismo sea considerado un probiótico debe presentar las siguientes características: definido a nivel de género, especie y cepa; esta cepa debe estar en una colección a nivel internacional; presentar ensayos *in vitro* y en animales mejorando los atributos fisiológicos de la cepa. Antes de su uso, se debe verificar la seguridad de la cepa; revisar estudios para determinar sus beneficios a la salud; evaluar su supervivencia en los niveles requeridos. Finalmente, para que los microorganismos probióticos presenten un efecto beneficioso sobre el huésped, el producto deberá contenerlo en cantidades elevadas para que sobrevivan en el tracto intestinal (García, 2011).

5.1.8 Beneficios de los probióticos

Actualmente existe el interés científico y comercial en el uso de microrganismos beneficiosos para la prevención y tratamiento de enfermedades (Tabla 7).

Tabla 7. Efectos beneficiosos de los microorganismos probióticos.

Efectos beneficiosos de los microorganismos probióticos	Disminución del efecto de la diarrea viral y diarrea asociada a antibióticos
	Mejora la digestión de la lactosa.
	Disminución de la hipercolesterolemia.
	Previene la enfermedad de Crohn y colitis ulcerativa.
	Prevención de afecciones alérgicas como la urticaria.
	Reduce la colonización por Candida en infecciones vaginales
	Protege de los efectos provocados por genotóxicas y mutagénicas.

Fuente: (Montijo, 2017).

5.1.9 Requisitos microbiológicos para leche fermentada.

A continuación, se detalla los requerimientos microbiológicos establecidos para la bebida de leche fermentada según normativa ecuatoriana NTE INEN 2608:2012 (Tabla 8).

Tabla 8. Requisitos microbiológicos.

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de *E.coli*, UFC/g	5	<1	-	0	AOAC 991.14
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

Fuente: (*nte-inen-2395-2r.pdf*, 2011).

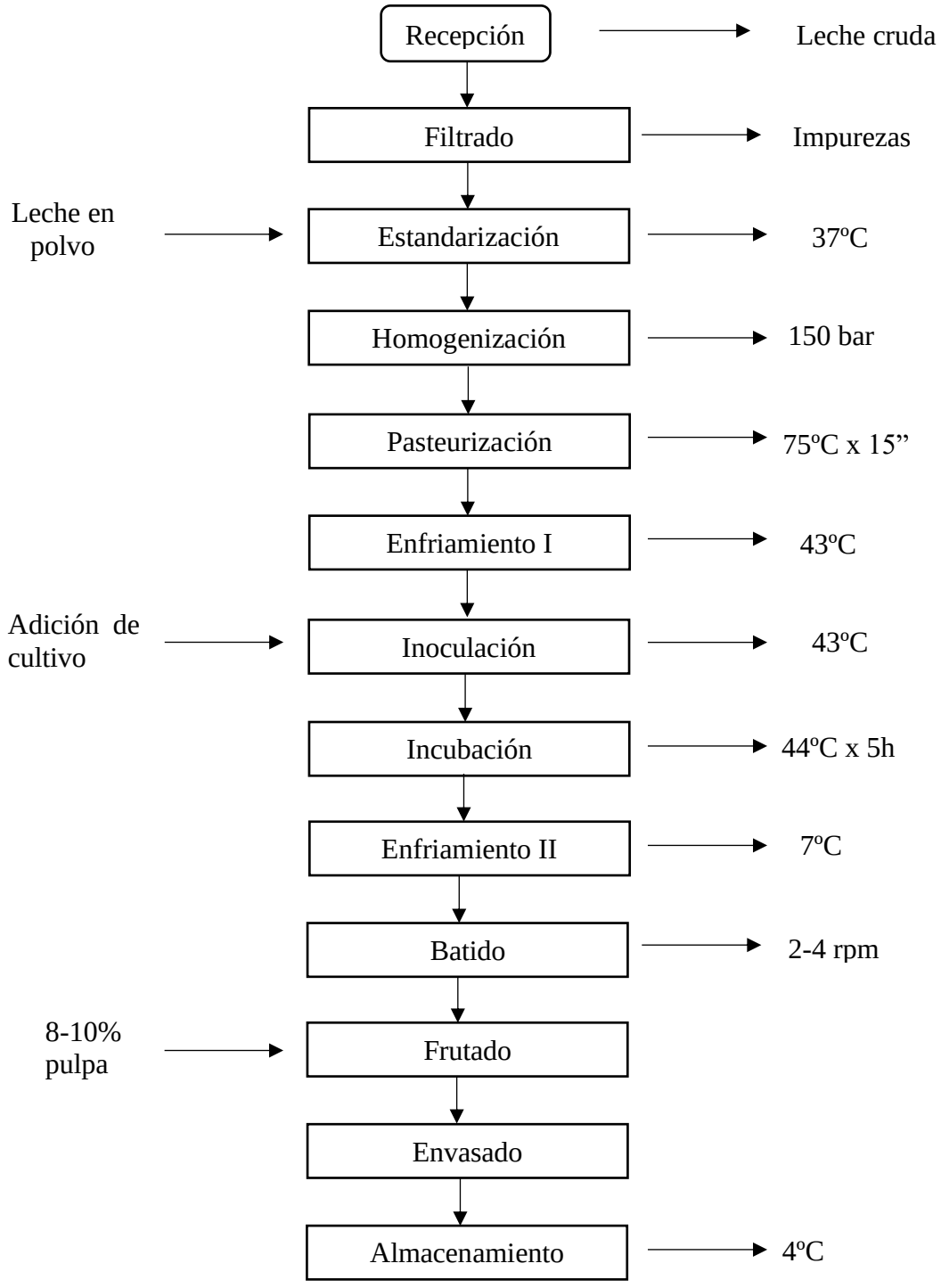
Esta normativa ecuatoriana (Tabla 8) tiene como objetivo brindar los parámetros que deben cumplir para el consumo de leches fermentadas. Asimismo, los requisitos microbiológicos para los ensayos en bebidas lácteas fermentada de larga vida establecen el número de muestras para analizar (n), criterio de aceptación (m), criterio de rechazo (M) y (C) para número de unidades que pueden estar entre m y M (*nte-inen-2395-2r.pdf*, 2011).

5.1.10 Elaboración del yogur

La leche cruda se procesa llevando a cabo bajo el esquema tecnológico, cumpliendo con todos los requisitos de calidad en el manejo de lácteos, este proceso inicia des la recepción de la materia prima, realizando análisis físico químico, estableciendo tiempos de incubación, se utiliza cepas probióticas y cultivo láctico comerciales con formulaciones para la adición de cepas de cultivo láctico, con temperaturas optimas establecidas para diferentes procesos, al final se utilizan recipientes adecuados que garanticen la inocuidad del producto hasta su consumo (Ruiz & Ramírez, 2009).

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la elaboración del yogur en la siguiente tabla (Figura 2).

Figura 2. diagrama de flujo de elaboración de yogur.



Fuente: (Bustillo y Zelaya, s. f.).