

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“OBTENCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO MEDIANTE UN PROCESO
BIOTECNOLÓGICO USANDO CULTIVO INICIADOR LÁCTICO A
PARTIR DE LA REMOLACHA FORRAJERA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUIMICO

AUTORES:

ESTELITA, CAMPOS CASIMIRO
HERSSON BRAYAN, DURAND RIVERA

ASESOR:

ING. GUMERCINDO HUAMANI TAPE
LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

CALLAO, 2024

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Ingeniería Química

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ingeniería Química

TÍTULO: “Obtención de ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera”

AUTOR (ES) / CÓDIGO ORCID / DNI

Estelita, Campos Casimiro / 0009-0003-9709-2764 / 48296300

Hersson Brayan Durand Rivera / 0009-0005-2763-9925 / 76503273

ASESOR / CODIGO ORCID / DNI

Ing. Gumercindo Huamani Taipe / 0000-0002-6315-3907 / 07345235

LUGAR DE EJECUCIÓN

Laboratorio de fisicoquímica y microbiología de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao (UNAC)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Remolacha forrajera (*Beta vulgaris*)

Tipo / Enfoque / Diseño de investigación

Aplicada / Cuantitativa / Experimental

TEMA OCDE

2.4.2. Ingeniería de Proceso

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

La presente Tesis fue Sustentada por la señorita bachiller **CAMPOS CASIMIRO ESTELITA** y el señor bachiller **DURAND RIVERA HERSSON BRAYAN** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao.

Ing. Dr. DIAZ BRAVO PABLO BELIZARIO :PRESIDENTE

Ing. Dr. MEDINA COLLANA JUAN TAUMATURGO :SECRETARIO

Lic. Dr. TRUJILLO PÉREZ SALVADOR APOLINAR :VOCAL

Lic. Mg. CABRERA ARISTA CESAR :SUPLENTE

Ing. Mg. HUAMANI TAIPE GUMERCINDO :ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 1 de Tesis con Ciclo Taller de Tesis Folio N° 145 y Acta N° 144 de fecha **VEINTISÉIS DE OCTUBRE DEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis con Ciclo Taller de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con la resolución N° 150-2023 CU de fecha 15 de junio de 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
XII CICLO TALLER DE TESIS
JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



ACTA N° 144 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

LIBRO N° 01 FOLIO N° 145 ACTA N° 144 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

A los 26 días del mes de octubre del 2024, siendo las 13:45 horas, se reunieron, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao, el JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS, para la obtención del Título profesional de Ingeniero Químico, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao:

Ing. Dr. DIAZ BRAVO PABLO BELIZARIO	PRESIDENTE
Ing. Dr. MEDINA COLLANA JUAN TAUMATURGO	SECRETARIO
Lic. Dr. TRUJILLO PÉREZ SALVADOR APOLINAR	VOCAL
Lic. Mg. CABRERA ARISTA CESAR	SUPLENTE
Ing. Mg. HUAMANI TAIPE GUMERCINDO	ASESOR

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de los bachilleres CAMPOS CASIMIRO ESTELITA Y DURAND RIVERA HERSSON BRAYAN, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico, sustentan la tesis "OBTENCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO MEDIANTE UN PROCESO BIOTECNOLÓGICO USANDO CULTIVO INICIADOR LÁCTICO A PARTIR DE LA REMOLACHA FORRAJERA", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado de Sustentación y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado..... con la escala de calificación cualitativa BUENO..... y calificación cuantitativa 16....., la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio de 2023.

Se dio por concluida la sustentación a las 14:20 horas del día 26 de octubre del año en curso.

Ing. Dr. DIAZ BRAVO PABLO BELIZARIO
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Ing. Dr. MEDINA COLLANA JUAN TAUMATURGO
SECRETARIO DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Lic. Dr. TRUJILLO PÉREZ SALVADOR APOLINAR
VOCAL DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Lic. Mg. CABRERA ARISTA CESAR
SUPLENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN

Ing. Mg. HUAMANI TAIPE GUMERCINDO
ASESOR DE JURADO DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
XII CICLO TALLER DE TESIS
JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

INFORME N° 009-2024-JS-XIICTT-FIQ

DE : Ing. Dr. DIAZ BRAVO PABLO BELIZARIO
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN
XII CICLO TALLER DE TESIS – FIQ

PARA : Ing. Dr. CALDERÓN CRUZ JULIO CESAR
DECANO – FIQ

ASUNTO : LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

FECHA : Bellavista, 19 de noviembre de 2024

Me dirijo a usted para saludarlo cordialmente y a su vez comunicarle que al haberse visto y revisado las observaciones formuladas por el Jurado de Sustentación del XII Ciclo Taller de Tesis FIQ a la Tesis titulada **“OBTENCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO MEDIANTE UN PROCESO BIOTECNOLÓGICO USANDO CULTIVO INICIADOR LÁCTICO A PARTIR DE LA REMOLACHA FORRAJERA”** presentado por los bachilleres señorita CAMPOS CASIMIRO ESTELITA y señor DURAND RIVERA HERSSON BRAYAN de la Facultad de Ingeniería Química, el Jurado de Sustentación da su conformidad respecto al levantamiento de observaciones para que continúe con los trámites respectivos.

Atentamente.

Ing. Dr. DIAZ BRAVO PABLO BELIZARIO
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN
XII CICLO TALLER DE TESIS – FIQ

TESIS - CAMPOS CASIMIRO-DURAND RIVERA

3%
Textos sospechosos

3% Similitudes
0% similitudes entre comillas
1% entre las fuentes mencionadas
2% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: TESIS - CAMPOS CASIMIRO-DURAND RIVERA.pdf ID del documento: f8092089a3a33049bddf91c6da5d8ffebb11a7c0 Tamaño del documento original: 3,06 MB Autores: []	Depositante: FIQ PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION Fecha de depósito: 21/10/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 21/10/2024	Número de palabras: 14.300 Número de caracteres: 112.527
--	--	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dialnet.unirioja.es 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (203 palabras)
2	TESIS - MACCHA CABELLO Y HUAMÁN ALIAGA.pdf TESIS - MACCHA CABE... #012161 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 7 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (117 palabras)
3	repositorio.ucsm.edu.pe Evaluación de la influencia del encapsulamiento de cepas... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (120 palabras)
4	repositorio.ucsm.edu.pe 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (115 palabras)
5	TESIS - ROSAS CASTILLO Y NONAJULCA ALVAREZ.pdf TESIS - ROSAS CASTI... #46cb25 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (76 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unac.edu.pe 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	PT CHAVEZ FERNANDEZ RAMOS.pdf PT CHAVEZ FERNANDEZ RAMOS #c8f76a El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	www.redalyc.org 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
4	ZARATE SARAPURA EDGAR MODELAMIENTO DE LA CINÉTICA DEL CRECIM... #5b7789 El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	dspace.esPOCH.edu.ec DSpace ESPOCH.: Obtención de ácido láctico a partir del al... 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://oec.world/es/profile/hs/lactic-acid-its-salts-esters
2	https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/lactic-acid
3	https://www.veritradeCorp.com/es/peru/importaciones-y
4	https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/lactic-acid-market
5	https://www.veritradeCorp.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/acido-lactico-sus-sales-y-sus-esteres/291811

DEDICATORIA

A mi madre Elizabeth y a mi hermana Dina Luz por su apoyo incondicional durante los años de mi vida, ya que han influido positivamente en lo personal y profesional, y han hecho de mí una persona perseverante a pesar de las dificultades de la vida.

Campos Casimiro, Estelita

DEDICATORIA

A mis padres por haberme apoyado incondicionalmente y hacer de mí una mejor persona, al amor que siempre han tenido con sus hijos y a pesar de la adversidad sacaron adelante a una familia orgullosamente profesional.

Durand Rivera, Hersson Brayan

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento al Mg. Ing. Pantoja Cadillo Agérico y personal a cargo, por la gran labor que viene realizando como jefe de laboratorio de la facultad de ingeniería química, y por el apoyo a favor de la investigación. Asimismo, mi consideración con el Dr. Zarate Sarapura Edgar por los conocimientos brindados, y es que en el poco tiempo que pude tratarlo me transmitió confianza, aparte que es un profesional instruido y sobre todo muy amable.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1. Descripción de la realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema.....	9
1.2.1. Problema general	9
1.2.2. Problemas específicos	9
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo general	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4. Justificación	10
1.4.1. Justificación teórica	10
1.4.2. Justificación metodológica	11
1.5. Delimitantes de la investigación	11
1.5.1. Teórica	11
1.5.2. Temporal.....	11
1.5.3. Espacial	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes: internacionales y nacionales.....	13
2.1.1. Internacionales	13
2.1.2. Nacionales.....	15
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Remolacha forrajera	16
2.2.2. Características específicas	17
2.2.3. Caracterización fisicoquímica	17
2.2.4. Condiciones edáficas y climáticas	19
2.2.5. Hidrólisis	19
2.2.6. Fermentación.....	21

2.2.7.	Cultivos iniciadores lácticos	25
2.2.8.	Métodos de obtención de ácido láctico	26
2.2.9.	Ácido láctico	28
2.3.	Marco conceptual	30
2.4.	Definición de términos básicos	31
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	33
3.1.	Hipótesis general e hipótesis específica	33
3.1.1.	Operacionalización de variable	33
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	35
4.1.	Diseño metodológico	35
4.1.1.	Tipo de investigación	35
4.1.2.	Diseño de investigación	35
4.2.	Método de investigación	39
4.3.	Población y muestra	40
4.4.	Lugar de estudio	40
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	40
4.5.1.	Técnicas para la recolección de la información	41
4.5.2.	Instrumentos de recolección de datos	48
4.6.	Análisis y procesamiento de Datos	50
4.7.	Aspectos éticos en Investigación	50
V.	RESULTADOS	51
5.1.	Resultados descriptivos	51
5.2.	Resultados inferenciales	53
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	56
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	57
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	58
VII.	CONCLUSIONES	59
VIII.	RECOMENDACIONES	60
IX.	REFERENCIAS	61
	ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica.....	16
Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos	18
Tabla 3 Grupos bacterianos y los diferentes tipos de fermentaciones.....	22
Tabla 4 Propiedades fisicoquímicas del ácido láctico.....	29
Tabla 5 Operacionalización de las variables	34
Tabla 6 Factores y niveles para la etapa de hidrólisis ácida	36
Tabla 7 Factores y niveles para la etapa de la fermentación láctica	36
Tabla 8 Diseño experimental: variables en la etapa de hidrólisis ácida.....	38
Tabla 9 Diseño experimental: variables en la etapa de fermentación láctica	39
Tabla 10 Propiedades químicas del jugo crudo concentrado de remolacha.....	43
Tabla 11 Etapa final de hidrólisis ácida: medición de °Brix.....	46
Tabla 12 Datos estadísticos descriptivos.....	51
Tabla 13 Datos estadísticos descriptivos.....	51
Tabla 14 Concentración de la sacarosa con respecto a los parámetros de la hidrólisis ácida	52
Tabla 15 Etapa final de la fermentación láctica: Concentración de ácido láctico.....	53
Tabla 16 Datos estadísticos descriptivos.....	53
Tabla 17 Etapa Hidrólisis ácida: correlación en parejas de Spearman.....	54
Tabla 18 Fermentación láctica: correlaciones en parejas de Spearman	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de bloques en el proceso de alimentación en animales	17
Figura 2 Remolacha forrajera	17
Figura 3 Hidrólisis ácida de la sacarosa	20
Figura 4 Glucólisis: la fase que requiere energía y la fase que libera energía.....	24
Figura 5 Fermentación láctica: reacciones complementarias	25
Figura 6 Secuencia de la producción de ácido láctico por vía síntesis química	27
Figura 7 Estructuras isoméricas del ácido láctico	28
Figura 8 Factores y niveles para la etapa de la fermentación láctica	37
Figura 9 Diagrama de flujo.....	40
Figura 10 Lavado de la remolacha forrajera	41
Figura 11 Corte en bastones de la remolacha forrajera.....	42
Figura 12 Concentración del Jugo de remolacha crudo.....	42
Figura 13 Medición de °Brix del Jugo crudo concentrado de la remolacha	43
Figura 14 Medición del pH del Jugo crudo concentrado de la remolacha forrajera	44
Figura 15 Hidrólisis del Jugo crudo concentrado	45
Figura 16 Etapa final de hidrólisis ácida: °Brix y pH	46
Figura 17 Cultivo iniciador láctico liofilizado.....	47
Figura 18 Esterilización en la autoclave	47
Figura 19 Muestras en la incubadora.....	48

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal la obtención de ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera. Se emplearon diferentes condiciones de operación para la etapa de hidrólisis ácida y la fermentación láctica como la concentración de ácido (0.1, 0.4 N), temperatura (50, 70 °C), velocidad de agitación (150, 180 RPM) y tiempo de hidrólisis (4, 6 horas); relación glucosa/cultivo (2:0.5, 1:0.5) y tiempo de fermentación (3,5 días) respectivamente. El análisis del efecto de los factores respecto a la variable respuesta para ambas etapas se realizó utilizando el programa MINITAB 2022, empleando diseños factoriales de cuatro factores y dos niveles para la etapa de hidrólisis ácida y de dos factores con dos niveles para la etapa de fermentación láctica. Por otro lado, los resultados mostraron la mayor concentración de ácido láctico con un diseño para la hidrólisis ácida (180 RPM, 0.4 N H₂SO₄, 50 °C Y 6 horas) y la fermentación láctica (2:0.5, 5 días) de 3.81 g/L a partir de 21.6 °Brix de remolacha forrajera, siendo la concentración de ácido, temperatura y relación glucosa/cultivo los que más influyeron para la obtención de ácido láctico.

Palabras claves: Remolacha forrajera, hidrólisis ácida, fermentación láctica, cultivo iniciador láctico.

ABSTRACT

The main objective of this investigation was to obtain lactic acid through a biotechnological process using lactic starter culture from fodder beet. Different operation conditions were used for the acid hydrolysis stage and lactic fermentation such as acid concentration (0.1, 0.4 N), temperature (50, 70 °C), agitation speed (150, 180 RPM) and hydrolysis time (4, 6 hours); glucose/ culture ratio (2:0.5, 1:0.5) and fermentation time (3,5 days) respectively. The analysis of the effect of the factors with respect to the response variable for both stages was carried out using the MINITAB 2022 program, employing four factors factorial designs with two levels for the acid hydrolysis stage and two factors with two levels for the lactic fermentation stage. On the other hand, the results showed the highest concentration of lactic acid with a design for acid hydrolysis (180 RPM, 0.4 N H₂SO₄, 50 °C Y 6 horas) and lactic fermentation (2:0.5, 5 days) of 3.81 g/L from 21.6 °Brix of fodder beet, being acid concentration, temperature and glucose/ culture ratio the most influential for obtaining lactic acid.

Keywords: fodder beet, acid hydrolysis, lactic fermentation, lactic initiator culture.

INTRODUCCIÓN

El ácido láctico es un ácido orgánico natural de importancia industrial en las aplicaciones farmacéuticas como electrolito y fuente de minerales; en la industria cosmética como pH buffer, antimicrobiano y rejuvenecedor de la piel; en la industria química como neutralizante, solvente y agente limpiador y en la industria alimentaria como acidulante, preservante y antimicrobiano, y se utiliza en una gran variedad de alimentos procesados como caramelos, productos de panadería, sopas, lácteos, cerveza, jaleas, mermeladas, mayonesas y huevos procesados.

La producción biotecnológica de ácido láctico ha adquirido gran importancia debido a los beneficios ambientales y al uso de recursos renovables en lugar de los petroquímicos. Además de esto ofrece varias ventajas como el bajo costo de los sustratos, bajas temperaturas de producción y bajo consumo de energía.

Hay numerosas investigaciones que están enfocadas en encontrar nuevas fuentes nutricionales, y técnicas efectivas de fermentación encaminadas a alcanzar altas conversiones de sustrato y altos rendimientos en ácido láctico.

El observatorio de complejidad económica menciona que en el periodo (2021-2022) el ácido láctico creció un 16.3%, desde 736 a 856 millones de dólares, representando así el 0.0036% de todo el comercio mundial [1]. Por otro lado, se estima una tasa compuesta anual de ácido láctico segmentado por fuente (natural y sintética) del 4.09% durante el periodo (2024-2029) [2].

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente, el ácido láctico que se comercializa se encuentra entre el 80 - 88 % de pureza para todo tipo de aplicaciones. Asimismo, en los últimos cinco años los principales países exportadores de ácido láctico, sus sales y ésteres fueron China (510 millones de dólares), Estados Unidos (131 millones de dólares), Brasil (98 millones de dólares), La India (33 millones de dólares) y México (7 millones de dólares); y entre los principales países importadores de ácido láctico, sus sales y ésteres fueron Estados Unidos (317 millones de dólares), España (161 millones de dólares), China (136 millones de dólares), Alemania (126 millones de dólares) y Países Bajos (113 millones de dólares).[3]

Este compuesto químico se produce comercialmente por síntesis química o fermentación de azúcares. En búsqueda de tecnologías limpias algunos países de Latinoamérica vienen realizando investigaciones en la obtención de ácido láctico por bioprocesos fermentativos ecológicos en el que se utiliza fuentes de biomasa renovables tales como los residuos agroindustriales (almidón de maíz [4], caña de azúcar [5], pulpa de café [6]) y forestación que son de preferencia por su bajo costo.

Según [7] la remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) es una planta que se ha convertido en uno de los principales recursos alimenticios en la nutrición animal. Según se infiere de [8] la remolacha forrajera tiene un gran contenido de azúcares. Siendo este uno de los factores más importantes en el aprovechamiento de cultivos iniciadores lácticos en la etapa de la fermentación láctica para la producción de ácido láctico.

En el Perú las importaciones de ácido láctico por síntesis química en los últimos cinco años ascienden a 2 089 925 kilogramos lo que en divisas viene a ser 5 793 975 millones de dólares, en cuanto a las exportaciones se produce muy poca cantidad de ácido láctico con una producción de 254,475

kilogramos lo que genera en divisas 1 801 988 millones de dólares. Las principales empresas exportadoras son tres: JM LUDAFSA SAC, E & M S.R.L y VIA FOODS INGREDIENTES SAC con una participación de 81.2, 16.0, 1.2% cuyas divisas generadas son de 1,633.786; 321,478 y 23,850 US\$. [3]

La remolacha forrajera que se produce en el Perú es utilizada fundamentalmente como suplemento alimenticio para animales [9].

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son las características de la remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico?

¿Cuáles son los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico?

¿Cuáles son los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera.

1.3.2. Objetivos específicos

Caracterizar la remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico

Determinar los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico.

Determinar los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Este proyecto se justifica por:

Naturaleza: La producción industrial de ácido láctico se inició hace más de 100 años, la investigación sigue aún muy activa, básicamente esto es debido a dos factores: las nuevas aplicaciones que se le han encontrado y el costo, que resulta alto para aplicaciones a gran escala. La producción biotecnológica de ácido láctico propone disminuir los costos de producción mediante el empleo de sustratos más baratos como desechos agroindustriales, a través del uso de microorganismos más eficientes; está basada en la hidrólisis y la fermentación de sustratos ricos en carbohidratos por bacterias u hongos. El ácido láctico tiene un amplio rango de aplicaciones en la industria alimentaria, química, farmacéutica, cosmética y entre otras [10]. De lo descrito anteriormente radica la importancia del estudio de esta tesis.

Magnitud: De acuerdo con [11] la producción de la remolacha en el Perú ha tenido un leve incremento llegando a producirse alrededor de 106 667 toneladas en el año 2023, con una variación de un 1.7 % con respecto a la producción del año anterior en el que solo se obtuvieron 104 853 toneladas y se espera que estas cantidades sigan en aumento ya que existe una gran demanda en el exterior por este producto debido a sus aplicaciones en diferentes industrias.

Vulnerabilidad: En la actualidad se encuentra poca información con respecto a nuestro sustrato (remolacha forrajera), aun así, hemos creído

conveniente este estudio amparados en [14] de esta manera buscamos contribuir al mayor conocimiento del tema.

Trascendencia: El trabajo de investigación es muy beneficioso porque contribuye con la preservación del medio ambiente, al uso de recursos renovables en lugar de los petroquímicos y por la reducción de costos.

1.4.2. Justificación metodológica

Presentar un método experimental en el cual se puntualice las diferentes etapas del proceso, como la hidrólisis ácida y la fermentación láctica con el cultivo iniciador láctico en la obtención del ácido láctico y que pueda compararse con otras investigaciones tal sea el caso.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Teórica

La presente investigación se circunscribe en aprovechar el contenido de azúcares de la remolacha forrajera, siendo este usado como alimento para los diferentes tipos ganados, el sustrato es previamente acondicionado e hidrolizado en medio ácido con el fin de obtener azúcares fermentables para luego mediante un cultivo iniciador láctico se genere la fermentación láctica, y como producto principal se obtenga ácido láctico.

1.5.2. Temporal

La investigación tomará un periodo de 04 meses, comenzando en el mes de mayo y culminando en el mes de agosto del 2024, debido a que la producción de la remolacha forrajera comienza a mediados del mes de setiembre hasta el mes de marzo, en este último mes se realiza su recolección.

1.5.3. Espacial

El desarrollo de la investigación se efectúa en el departamento de Lima, específicamente en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao (UNAC) y laboratorio externo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: internacionales y nacionales

2.1.1. Internacionales

La tesis de “Obtención de ácido láctico a partir del lactosuero por medio de fermentación usando *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*” de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador [12] tuvo como propósito desarrollar una metodología para la obtención de ácido láctico mediante vía fermentativa, el sustrato aprovechado fue el suero lácteo residual proveniente de la elaboración del queso y utilizando bacterias ácido lácticas. Los factores del tratamiento fueron el tiempo de fermentación (72 y 96 horas) y pretratamiento del sustrato el cual fue suplementado con fosfato de amonio y extracto de levadura los cuales fueron ejecutados a 37 y 42°C. Se usó el método de prueba de acidez titulable para la caracterización de ácido láctico y la identificación de grupos funcionales del ácido láctico mediante espectroscopía FT-IR. Se concluyó que las bacterias sembradas en lactosuero desproteinizado enriquecidas con extracto de levadura y NH.H.PO presentaron una mayor propagación de bacterias y un valor promedio de acidez titulable de $6 \pm \%$, a comparación de los métodos que fueron sembrados en caldo nutritivo.

La tesis de “Obtención del ácido láctico a partir del almidón de papa (*Solanum Tuberosum* L), como materia prima para la fabricación de material descartable biodegradable” de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador [13] su objetivo fue basarse en un proceso de fermentación anaerobio con la bacteria *Lactobacillus Delbrueckii Bulgaricus* que se realizó en un biorreactor. Por otro lado, se utilizó el diseño en bloque completamente al azar, en el cual se determinó que la mayor producción de ácido láctico se obtuvo a menores temperaturas de hasta 30°C. Se utilizó un tiempo de fermentación mayor a 5 días, el cual no tuvo significancia con la concentración de ácido láctico (0.365%) en base a su sustrato utilizado con una cantidad de 300 g.

La patente de “Producción de ácido láctico a partir de jugo de remolacha azucarera crudo concentrado” de Oficina Española de Patentes y Marcas, España [14] el sustrato utilizado fue la remolacha azucarera que previamente fue tratada hasta obtener el jugo crudo, se sometió al jugo crudo a calentamiento y concentración a una temperatura entre 50 y 90 °C. Este jugo de remolacha crudo concentrado se diluye a una concentración de aproximadamente 16-30 °Brix con una densidad promedio de 1.335 g/L. Se utilizó un fermentador de 5 m³ con un volumen de sustrato de 1 m³, en el cual se añadieron 6.0 g/l de nutrientes, 10% (v/v) de un inóculo crecido en sacarosa y se ajustó el pH a 6.4 usando cal. La temperatura de fermentación se mantuvo a 54°C y el tiempo promedio de fermentación fue de 22.5 horas. La pureza óptica promedio del caldo de fermentación final fue 99.35%.

El artículo de “Obtención de azúcares fermentables mediante hidrólisis ácida de *Beta vulgaris* L.” de la Revista Internacional de Contaminación Ambiental, México [15] tuvo como propósito aumentar la cantidad de azúcares hidrolizando el sustrato con H₂SO₄ que contribuyeron al rendimiento de etanol en la fermentación. Se utilizó el programa SigmaPlot 10.0 para la generación de superficies de respuesta y entre los parámetros evaluados fueron la velocidad de agitación, concentración de ácido, masa de sustrato y temperatura teniendo un impacto en la hidrólisis. El rango de masa y agitación fue de 5 a 40 gr y 100 a 250 Rpm respectivamente, así como la temperatura y el tiempo de reacción en el intervalo de 30 a 90 °C y de 2 a 6 h, respectivamente. A una velocidad de 150 Rpm se tuvo mayor efecto de hidrólisis. Mediante comparación de medias se determinó que las concentraciones superiores a 0.5 N de H₂SO₄ no tienen efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la liberación de azúcares totales. El mayor rendimiento de hidrólisis fue una masa de 10gr de sustrato. La temperatura de 90 °C proporcionó la mayor hidrólisis, y con 50 °C la cantidad de azúcares totales fue 3 g/L menor a la generada en 90 °C. Las mejores condiciones del diseño del experimento fueron; 40 °C, 150 Rpm y 10 g de sustrato.

2.1.2. Nacionales

La tesis “Evaluación de la influencia del encapsulamiento de cepas homofermentativas en la obtención del ácido láctico a partir de lactosuero” de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa [16] considera que casi el 90% del volumen de la leche es lactosuero, cuyo principal componente es la lactosa, junto con proteínas, lípidos y sales minerales, y se reutiliza como materia prima para fabricar ácido láctico, se determinó las condiciones óptimas de crecimiento en las cepas pertenecientes al *Enterococcus faecalis* y se obtuvo ácido láctico en fermentaciones batch con lactosuero desproteínizado y sin desproteínizar, con las cepas sin y encapsuladas en perlas de alginato al 4% y 5% de cloruro de calcio. Se determinó que el *Enterococcus faecalis* en fermentación batch con la cepa sin activar y sin ser encapsulada, en lactosuero desproteínizado y purificado a 40°C por 1 hora (concentración de ácido láctico) obtuvo el mayor rendimiento de 16.92%, seguida de la cepa encapsulada al 5% de CaCl₂, fermentada en lactosuero desproteínizado y purificado a 45°C por 5 h para la concentración de ácido láctico con un rendimiento de purificación 8.33%.

La tesis “Optimización de los parámetros de fermentación del suero de la leche para la obtención del ácido láctico con la metodología de superficie de respuestas” de la Universidad Nacional del Callao, Callao [17] tuvo como objetivo determinar los parámetros óptimos de temperatura, concentración del inóculo y el pH para la fermentación del suero de la leche utilizando las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*; mediante el diseño Box-Behnken de la metodología de superficie de respuesta con el cual se obtuvo los parámetros óptimos de 42 °C de temperatura, 0,1 g/L de inóculo y 6,0 de pH; donde se obtuvo 41,4979 g/L de ácido láctico en base a una muestra de 47 L suero lácteo residual.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Remolacha forrajera

Es una variedad de tubérculo de palatabilidad gustativa y nutritiva en animales como las vacas y las ovejas por su gran contenido de azúcar. La hoja y el tubérculo juntos aportan energía y proteína. En la tabla 1 se detalla la clasificación botánica por Linneo citada por [18].

Tabla 1

Clasificación taxonómica

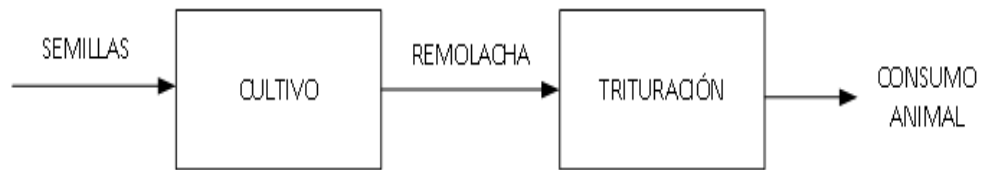
Clasificación taxonómica	
Reino	Vegetal
Sub reino	Phanerogamae
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Sub clase	Archychlamydeae
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiaceae
Genero	Beta
Especie	Beta vulgaris
Sub especie	Beta vulgaris L. ssp. vulgaris
Variedad	Beta vulgaris L. ssp. vulgaris var. crassa
Nombre común	Remolacha forrajera

Nota. Adaptado de Efecto del distanciamiento entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L. ssp. *Vulgaris* var *crassa*) Puno [18].

En la figura 1 se visualiza el diagrama de bloques desde el cultivo de las semillas de la remolacha forrajera hasta el aprovechamiento como fuente de alimento en animales, los diferentes tipos de ganados que aprovechan este alimento son: ganado bovino o vacuno, ovino y porcino.

Figura 1

Diagrama de bloques en el proceso de alimentación en animales



2.2.2. Características específicas

Robles (1985) citado por [18] detalla que posee raíz napiforme, carnosa, piel roja pálida o rosa, en algunas variedades y en otras amarilla encarnada y blanca; el tallo es herbáceo con hojas alternas estipuladas pecioladas y verdes, hojas de forma oval, acordonadas, tiernas de color verde claro con venas encarnadas y sostenidas por peciolo largos y anchos; la inflorescencia agrupada en racimo, flores pequeñas de color verdoso, tal como se ilustra en la figura 2.

Figura 2

Remolacha forrajera



Nota. Extraído de Efecto del distanciamiento entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L. ssp. *Vulgaris* var *crassa*) Puno [18].

2.2.3. Caracterización fisicoquímica

En la tabla 2 se presentan los parámetros fisicoquímicos de la remolacha forrajera, según el estudio de Torrenegra (2016), citado por [19].

Tabla 2*Parámetros fisicoquímicos*

Parámetros fisicoquímicos	
Humedad (g/100g)	87.22
pH	5.96
Acidez(g/100g)	0.172
Solidos solubles (g/100g)	6.42
Ceniza (g/100g)	1.05
Proteínas (g/100g)	1.59
Fibra cruda (g/100g)	2.77
Carbohidratos (g/100g)	10.01
Grasas (g/100g)	0.12

Nota. Extraído de Tiempo y temperatura de deshidratación de la remolacha (*Beta Vulgaris*) en las características fisicoquímicas del edulcorante [19].

Generalmente la mayor concentración de la sacarosa se encuentra en la raíz carnosa, que presenta mayor diámetro y disminuye progresivamente por los extremos. La raíz de la remolacha, al alcanzar la madurez de cosecha, presenta en promedio un 75% de humedad y un 16 a 17% de sacarosa [18].

Jugo de remolacha

En [19] se cita a Alvarado et al., (2013) en el cual se menciona que el cultivo de remolacha contiene entre 17 a 24 °Brix en el jugo, siendo usado como materia prima para obtener etanol.

Asimismo, en la patente [14] se descubrió que el Jugo de remolacha crudo concentrado con al menos 60 °Brix (cantidad de azúcar en peso / 100 gramos de líquido) es un sustrato adecuado para la fermentación de ácido láctico en grandes cantidades en el ámbito industrial. El jugo de remolacha crudo concentrado se puede añadir en forma diluida a la fermentación, preferiblemente entre 20 a 30 °Brix.

2.2.4. Condiciones edáficas y climáticas

Según Robles (1985), citado por [18], la semilla de remolacha germina a temperaturas de entre 4 y 9 °C, aunque es recomendable que la temperatura aumente. Este cultivo [20] puede tolerar bajas temperaturas siempre que sean constantes, aunque se vea afectado por el calor del verano y los vientos cálidos. Prefiere suelos profundos y frescos con temperaturas de 15 a 18 °C, que sean ricos en materia orgánica y con un pH neutro o ligeramente alcalino. Hoy en día, se cultivan en diversas regiones con el objetivo de aprovechar sus hojas, que se usan como forraje. Este cultivo requiere condiciones ambientales en las que incluyen alrededor de 400 mm de lluvia durante la temporada. Normalmente la remolacha forrajera se propaga mediante siembra directa, colocando dos a tres semillas por cada hueco en un surco simple o doble.

Según los autores de [21], la remolacha forrajera se desarrolla en las regiones altoandinas del norte de Perú. Además, [7] indica que esta planta prospera a altitudes de entre 1500 y 2800 msnm y muestra una notable resistencia a las heladas. Por lo tanto, su cultivo en zonas de trópico alto ofrece una mayor disponibilidad de materia seca y energía para especies zootécnicas que viven en climas fríos.

2.2.5. Hidrólisis

2.2.5.1. Hidrólisis ácida

De acuerdo con [22], la sacarosa es un disacárido que se hidroliza fácilmente en medio ácido dando como productos a la glucosa y fructosa; al aumentar la temperatura y disminuir el pH la velocidad de reacción aumenta significativamente, en la figura 3 se ilustra la reacción:

Figura 3

Hidrólisis ácida de la sacarosa



Nota. Extraído y adaptado de Hidrólisis de una molécula de sacarosa a una glucosa y una fructosa, Naukas [23]

En [22] referencia a (García, 2007), en la que el autor refiere que la velocidad de inversión de la sacarosa por hidrólisis ácida tiene influencia por los siguientes factores:

- Temperatura: Generalmente la velocidad de reacción aumenta con la temperatura, como consecuencia del incremento de la energía cinética de las moléculas. La relación entre la constante de velocidad o coeficiente cinético y la temperatura se puede describir mediante la ecuación de Arrhenius. En muchas reacciones químicas la velocidad se duplica aproximadamente cada 10°C.
- Concentración de los reactivos: Cuanto mayor sea la concentración de reactivo, mayor será la frecuencia de colisión. En otras palabras, existirá una relación directa con la velocidad de reacción.
- La concentración inicial de la sacarosa y el tiempo de hidrólisis son otros factores que actúan en la hidrólisis de la sacarosa, éste último influye en el punto en que la reacción llega al equilibrio [22]. El tiempo de reacción para la hidrólisis se realiza en condiciones ácido-diluidas con una menor inversión de energía debido a la incorporación de temperatura y agitación en el proceso [15].

En lo que refiere a la concentración de reactivos se ha reportado el uso de varios ácidos tales como: ácido clorhídrico, ácido acético y ácido sulfúrico, siendo el ácido sulfúrico el más utilizado [15]

Según [15], ha propuesto que las condiciones de hidrólisis están diseñadas para reducir el consumo de energía debido a la agitación y la temperatura, y en estas condiciones no se encuentran compuestos inhibitorios como los fenólicos, lo que es beneficioso para el proceso de fermentación.

2.2.6. Fermentación

En [24] se menciona que las fermentaciones son procesos metabólicos que son llevados a cabo por levaduras y diversas bacterias, que convierten compuestos químicos orgánicos, especialmente azúcares, en sustancias orgánicas más simples como etanol, ácido láctico y ácido butírico. En [25] las rutas metabólicas de la degradación fermentativa de los carbohidratos y los productos finales generados varían considerablemente entre diferentes grupos microbianos, estos se detallan en la tabla 3.

Según [25] durante la fermentación, el sustrato fermentable produce una mezcla de productos finales, estos no pueden ser más oxidados ni muy reducidos. La gran mayoría de sustratos que contienen carbohidratos son excelentes para los procesos fermentativos, por otra parte, los ácidos orgánicos, aminoácidos, piridinas y pirimidinas también se pueden fermentar en presencia de bacterias.

Tabla 3*Grupos bacterianos y los diferentes tipos de fermentaciones*

Tipo de fermentación	Productos simples	Grupos bacterianos
Láctica	Ácido láctico	Bacterias ácido lácticas: Streptococcus, Pediococcus y Lactobacillus (algunas especies)
Ácida mixta (2)	Ácido láctico, ácido acético, ácido succínico, ácido fórmico, CO ₂ y etanol	Muchas Enterobacteriáceas, p.e. Escherichia, Salmonella, Shigella, Proteus, Yersinia.
(2a) Butanodiol	Como en (2) pero además se suma el 2,3-butanodiol	Aerobacter, Serratia, Aeromonas, Bacillus polymyxa
(3) Butírica	Ácido butírico, ácido acético, CO ₂ y H ₂ .	Muchos anaerobios esporulados: Clostridium y algunos anaerobios no esporulados (Butyribacterium)
(3a) Acetona-butanol	Como en (3) pero además se suma butanol, etanol, acetona, isopropanol	Algunos anaerobios esporulados (Clostridium)
(4) Propiónica	Ácido propiónico, ácido acético, ácido Succínico y CO ₂	Propionibacterium, Veillonella

Nota. Adaptado de Bioquímica de las fermentaciones [25].

2.2.6.1. Fermentación láctica

La fermentación es una ruta anaeróbica (que no requiere oxígeno) para descomponer la glucosa. En el proceso de fermentación, la glucólisis es la

única vía para obtener energía, con una o dos reacciones adicionales al final [26]. La glucólisis comienza en el citosol de la célula y se puede dividir en dos fases principales: la fase que requiere energía y la fase que libera energía [27].

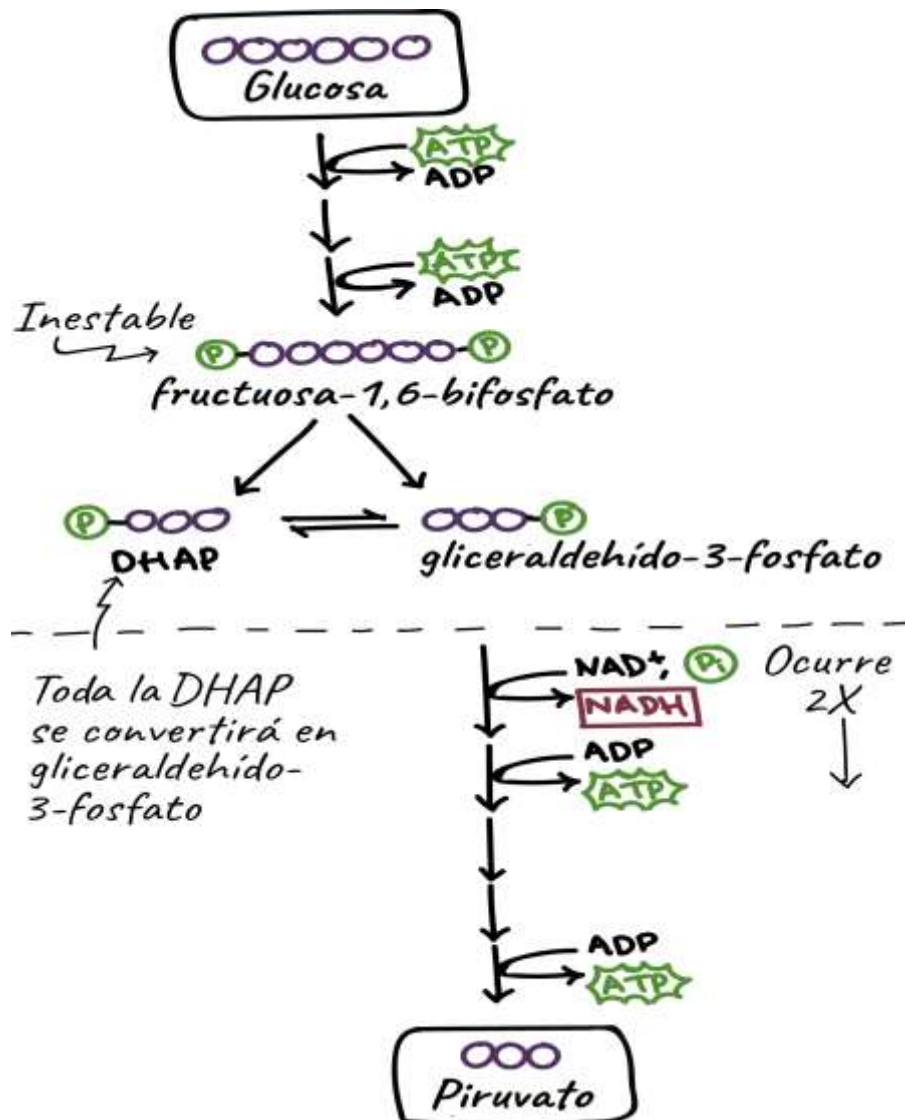
En la figura 4 se ilustran ambas fases; la fase que requiere energía se encuentra situada sobre la línea punteada, la glucosa inicial se reorganiza y se le añaden dos grupos fosfato, lo que genera inestabilidad en la molécula modificada, ahora denominada fructosa-1,6-bisfosfato. Esta inestabilidad permite que la molécula se divida en dos mitades, produciendo dos azúcares fosfatados de tres carbonos. Dado que los fosfatos provienen de ATP, se requieren dos moléculas de ATP para esta primera fase [27].

Los dos azúcares de tres carbonos generados al descomponer el azúcar inestable son distintos. Solo uno de ellos, el gliceraldehído-3-fosfato, puede continuar hacia el siguiente paso. No obstante, el otro azúcar, el dihidroxiacetona fosfato (DHAP), puede transformarse fácilmente en el isómero favorable, permitiendo que ambos azúcares completen la vía metabólica al final [27].

En la fase que libera energía se encuentra ubicada debajo de la línea punteada, cada molécula de tres carbonos se transforma en piruvato, también una molécula de tres carbonos, a través de una serie de reacciones. Este proceso genera dos moléculas de ATP y una de NADH. Dado que esta fase ocurre dos veces, una por cada azúcar de tres carbonos, se producen un total de cuatro moléculas de ATP y dos de NADH [27].

Figura 4

Glucólisis: la fase que requiere energía y la fase que libera energía

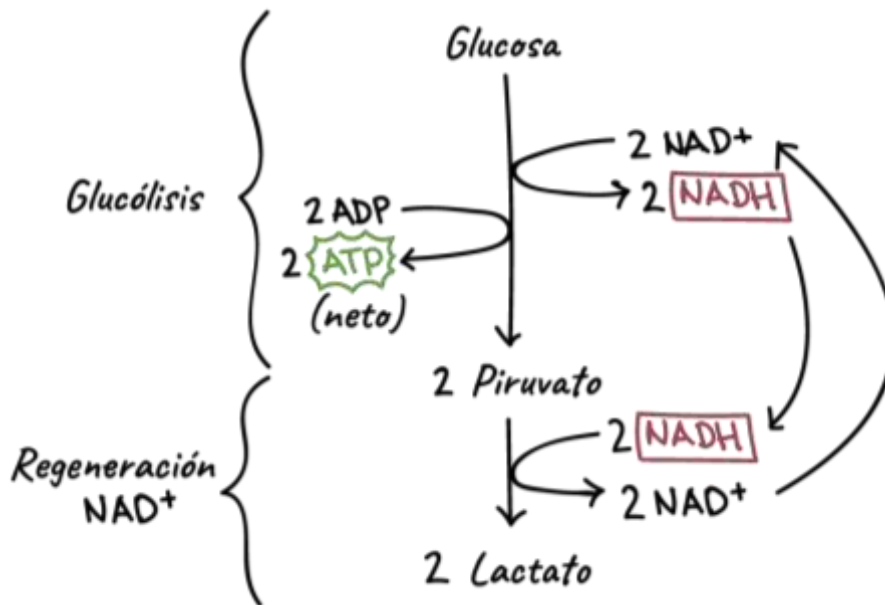


Nota. Extraído de Khan Academy, glucólisis [27]

En la figura 5 se detalla las reacciones complementarias, que darán como resultado la fermentación láctica; el NADH transfiere sus electrones directamente al piruvato, resultando en la formación de lactato como producto final. El lactato, que es la forma desprotonada del ácido láctico, da nombre a este proceso. Tanto las bacterias que producen yogur como los eritrocitos de tu cuerpo, que carecen de mitocondrias y por lo tanto no pueden realizar la respiración celular, llevan a cabo la fermentación láctica [26].

Figura 5

Fermentación láctica: reacciones complementarias



Nota: Extraído de Khan Academy, fermentación [26]

2.2.7. Cultivos iniciadores lácticos

Son preparaciones de una gran cantidad de células, éstas pueden estar formadas por uno o más bacterias ácido-lácticas que se añaden a un sustrato para producir la fermentación [28]. Estos cultivos son obtenidos de fuentes primarias tales como los derivados lácteos y leche fermentada. Luego de su obtención las cepas se seleccionan, se multiplican y finalmente pasa por una serie de procesos hasta llegar a la liofilización [29]. Estos cultivos liofilizados son utilizados como inóculo directo DVS, esto representa una gran ventaja ya que no necesitan ninguna activación para su uso, siendo así una solución tecnológica de rápido y fácil empleo [29].

Las bacterias ácido lácticas también conocidos como quimiorganotrofos, son microorganismos Gram positivos, carentes de movimiento, no esporulados, no poseen catalasa y presentan forma de cocos o bacilos. Son microorganismos anaeróbicos, capaces de tolerar y desarrollarse en medios

aeróbicos, cuyo rango de crecimiento va de mesófilos a termófilos y su desarrollo se limita a temperaturas por debajo de los 15 °C [30].

A parte de ello, los géneros más representativos de las bacterias ácido lácticas son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc* [31]. Se sostiene en [32] que las bacterias ácido lácticas se clasifican en homofermentativos (producen solo ácido láctico) o heterofermentativos (producen ácido láctico y otros subproductos). Específicamente en [33] se manifiesta que algunos del género *Lactobacillus* son homofermentativos obligados, siendo el *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* productor de ácido D (-) láctico. Por otro lado, la subsp especie de *Streptococcus thermophilus* se clasifica como homofermentativos para dar ácido L (+) láctico como principal producto [34].

2.2.8. Métodos de obtención de ácido láctico

De [13] se afirma que, el ácido láctico se puede obtener mediante la síntesis química o por una vía fermentativa biotecnológica. Dada la necesidad de obtener ácido láctico ópticamente puro, en la actualidad se prefiere la técnica por vía fermentativa biotecnológica.

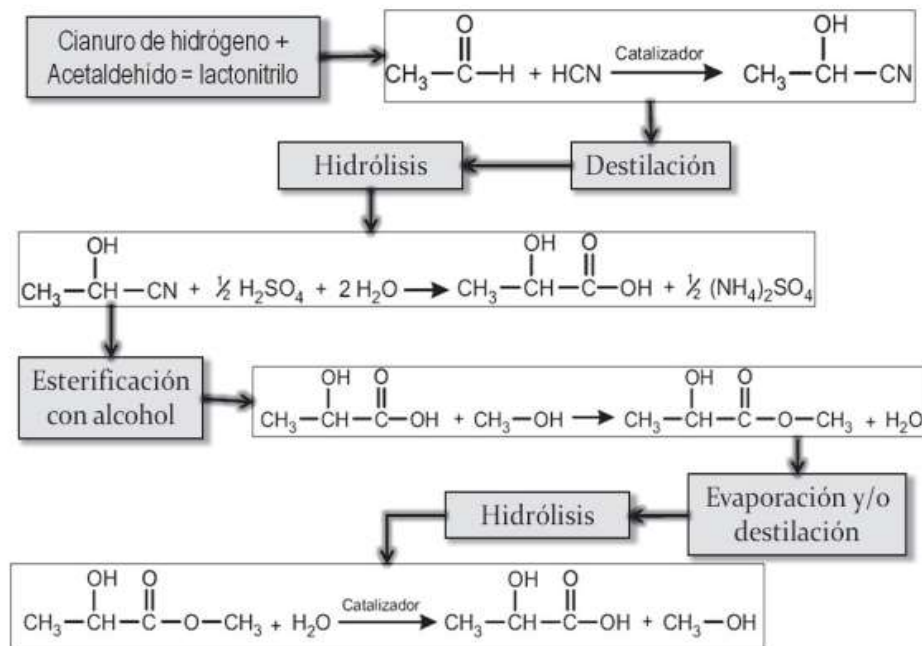
Vía síntesis química

En la figura 6 se describe el proceso de la síntesis química comercial, que se realiza mediante la reacción en fase líquida y a la presión atmosférica entre cianuro de hidrógeno y el acetaldehído, que usa una base como catalizador para la producción del lactonitrilo, el cual se recupera por destilación y se hidroliza a ácido láctico utilizando HCl o H₂SO₄ concentrado, generando ácido láctico crudo y una sal de amonio. El ácido láctico crudo se esterifica con metanol para obtener el lactato de metilo, el cual es recuperado y purificado mediante destilación y luego hidrolizado con agua en presencia de un catalizador ácido para obtener ácido láctico puro y reciclar el metanol como subproducto, pero la principal desventaja de este método es que produce mezclas racémicas de ácido D (-) y L (+) láctico. [35]. A ello se suma

el uso de solventes en la última etapa (purificación) y las condiciones de operación que resultan un mayor gasto energético [36].

Figura 6

Secuencia de la producción de ácido láctico por vía síntesis química



Nota. Extradido de Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de cáscara de naranja: Procesos de separación y purificación [35].

Vía fermentativa biotecnológica

Por su parte la producción biotecnológica se fundamenta en la fermentación de sustratos ricos en carbohidratos por medio de bacterias u hongos, lo que permite obtener enantiómeros óptimamente activos D (-) o L (+). Diversos factores influyen en este proceso biotecnológico, incluyendo el tipo de microorganismo empleado, la inmovilización o recirculación de este, el pH, la temperatura, las fuentes de carbono y nitrógeno, el método de fermentación utilizado y la generación de subproductos [13]. La principal ventaja de esta vía, es el uso de sustratos renovables que resultan ecoamigables con el medio ambiente y no solo ello, sino en la obtención de ácido L (-) o D (-) láctico en su forma ópticamente pura, según los microorganismos elegidos

[37]. Y entre las desventajas de esta vía es el alto costo operativo, ya que es necesario la esterilización de materiales y los medios utilizados para prevenir contaminaciones. Además, los costos asociados con la separación y purificación son elevados [38].

2.2.9. Ácido láctico

Se define [39] al ácido láctico como un compuesto orgánico, el cual es producido naturalmente, y se encuentra en varios órganos del ser humano, aunque también se puede producir industrialmente.

El ácido láctico [40] conocido en su nomenclatura sistemática como ácido 2-hidroxiopropanoico, está formado por el grupo funcional carboxilo e hidroxilo, conformando un carbono asimétrico que le confiere su actividad óptica.

En la figura 7 muestra la estructura de los isómeros ópticos, el D (-) láctico y el L (+) láctico y una forma racémica constituida por fracciones equimolares de las formas L (+) y D (-) a citando así a (Gopal et al. 2008; Vijayakumaret al. 2008). Asimismo, el isómero D (-) puede causar descalcificación y acidosis, afectando negativamente al metabolismo humano refiriendo a (Panesar et al. 2007) [40].

Figura 7

Estructuras isoméricas del ácido láctico



Nota. Extraído de Producción de ácido láctico por vía biotecnológica [40]

Las estructuras ópticas activas, así como la racémica se encuentran en formas líquidas, incoloras y son solubles en agua. Son sólidos con un punto de fusión bajo y altamente higroscópicos cuando están en estado puro. La obtención de isómeros puros, se puede dar mediante la fermentación microbiana a partir de sustratos renovables [40]. En la tabla 4 se encuentra la información más relevante de las propiedades fisicoquímicas del ácido láctico.

Tabla 4

Propiedades fisicoquímicas del ácido láctico.

Información sobre propiedades fisicoquímicas básicas	
Forma /estado	Líquido
Color	Incoloro. Amarillo claro
Apariencia	pálido
Olor	Característico
Punto de ebullición	120-130°C 1013 hPa
Inflamabilidad	No inflamable
pH	<1,2 25°C
Viscosidad dinámica	5,6 mPa.s 25°C
Solubilidad	Soluble en agua
Densidad	1, 2 g/cm ³

Nota. Adaptado de Ficha de datos seguridad [41]

2.3. Marco conceptual

Proceso biotecnológico

Después de las consideraciones anteriores, la obtención de ácido láctico mediante un proceso biotecnológico consistirá en un conjunto de operaciones, tales como la hidrólisis del sustrato y la fermentación del sustrato hidrolizado. Este sustrato es un tubérculo que contiene una gran cantidad de azúcares, y es usado como alimento para ganado. El objetivo de esta primera operación fue hidrolizar la remolacha forrajera, que previamente se concentró hasta obtener jugo crudo concentrado de remolacha forrajera.

La hidrólisis en este caso fue ácida, de modo que, se obtuvieron azúcares fermentables o reductores (glucosa). En ese sentido en esta etapa se busca reducir el consumo de energía debido a la agitación y la temperatura, y así pasar a la siguiente etapa de fermentación láctica.

En la etapa de la fermentación se utilizó cultivos iniciadores lácticos, los cuales son preparaciones de bacterias ácido lácticas de inoculación directa al sustrato (DVS), estos contenían dos tipos de bacterias de tipo homofermentativas: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. La primera bacteria tiene como producto principal ácido D (-) láctico y la segunda bacteria tiene como principal producto ácido L (+) láctico. Precisando que, ambas bacterias son homofermentativas.

Puesto que, anteriormente en la etapa de hidrólisis se obtuvo azúcares reductores y junto a las bacterias ácido lácticas recorren la ruta glucolítica, dando lugar como producto principal el ácido láctico.

2.4. Definición de términos básicos

Azúcares reductores. Son aquellos que mantienen su grupo carbonilo (grupo funcional) en su estado original. Entre ellos se incluyen la glucosa, lactosa, fructosa, maltosa, galactosa y manosa; este grupo carbonilo les permite reaccionar con otras moléculas [42].

Bacterias acidófilas. Son organismos que crecen mejor en condiciones de pH por debajo de cuatro. La gran mayoría de estos microorganismos pueden desarrollarse en presencia de oxígeno, aunque algunos son estrictamente anaerobios [43].

Bacterias anaerobias. Son microorganismos que pueden sobrevivir y reproducirse en entornos que carecen de oxígeno [44].

Bacterias Termófilas. Estos microorganismos se desarrollan a temperaturas superiores a 45 y hasta 50 °C. Entre ellas se encuentran bacterias de los géneros Bacillus, Clostridium, Methanobacterium, etc. [43].

°BRIX. Los grados Brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido [45].

Carbohidratos. Son moléculas biológicas compuestas principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno [46].

Glucólisis. Conjunto de reacciones que extraen energía de la glucosa al descomponerla en dos moléculas de tres carbonos, conocidas como piruvato [27].

Hidrolisis acida. La hidrólisis de la sacarosa genera una mezcla equimolar de fructosa y glucosa, conocida comercialmente como azúcar invertido [47]

Jugo. Se define como un líquido no fermentado que se obtiene de frutas maduras, frescas y en óptimo estado. Este producto no incluye cáscaras, semillas ni otras sustancias añadidas [48].

Liofilización. Proceso que implica en colocar una muestra completamente congelada en un ambiente al vacío con el fin de eliminar el agua u otros disolventes de la muestra, permitiendo el cambio directo de la fase sólida a vapor sin pasar por una fase líquida [49].

Proceso biotecnológico. Conjunto de operaciones que están relacionados a organismos vivos y a sus procesos biológicos como la fermentación de ciertos productos, el uso tecnológico de enzimas y la producción de proteínas [50].

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general e hipótesis específica

General

Es posible obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera utilizando hidrólisis ácida y posterior fermentación láctica.

Específica

La remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico debe contener al menos 20 °Brix.

Los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico son: velocidad, concentración, tiempo y temperatura.

Los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico son relación glucosa: cultivo láctico y tiempo de fermentación.

3.1.1. Operacionalización de variable

A. Variable dependiente

Variable Y= Ácido láctico.

B. Variables independientes

Variable X= Remolacha forrajera

Variable Z₁= Hidrólisis ácida

Variable Z₂= Fermentación láctica

La tabla 5 presenta la operacionalización de las variables del proceso biotecnológico para la obtención de ácido láctico.

Tabla 5

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOS	TECNICA
Dependiente						
Ácido láctico	Ácido obtenido por producción biotecnológica basado en la fermentación de sustratos ricos en carbohidratos [10]	Ácido obtenido por producción biotecnológica en dos etapas: hidrólisis ácida y fermentación láctica con propiedades fisicoquímicas con normas estándar, medido como concentración.	Concentración	g/L	VOLUMETRICO	ACIDEZ TITULABLE
Independientes						
Remolacha forrajera	Alimento de mucha palatabilidad por su contenido de azúcar [7]	La remolacha forrajera tendrá un pretratamiento hasta obtener Jugo de remolacha crudo concentrado	Azúcares	°Brix (g sacarosa/100 g de solución)	INSTRUMENTAL	REFRACTOMETRIA
Hidrólisis ácida	La hidrólisis favorece la disponibilidad de azúcares fermentables mediante el cambio de propiedades de la lignocelulosa [15]	La hidrólisis ácida está condicionada por las variables: velocidad de agitación, concentración de ácido, tiempo y temperatura medidos como la mayor cantidad de °Brix.	Velocidad de agitación	Rpm	AGITACIÓN POTENCIOMETRÍA CRONOMETRÍA TERMOMETRÍA	BAÑO DE AGUA TERMOSTATIZADO CON AGITACION "SB-12L"
Fermentación láctica	La fermentación láctica depende del tipo de microorganismo utilizado, en la que transforma principalmente azúcares, formando ácido láctico como uno de los subproductos [10]	La fermentación láctica inicia con la inoculación del cultivo iniciador láctico para luego incubarlo.	Concentración de ácido	Mol/L		
			Tiempo	Horas		
			Temperatura	°C		
			Relación glucosa: cultivo láctico	g glucosa: g cultivo láctico	INSTRUMENTAL	INCUBACIÓN
			Tiempo de fermentación	Días		

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

4.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo por cuanto se parte de una realidad problemática para resolver un problema específico mediante mediciones; se cuenta con la hipótesis, un marco teórico y se usa la estadística inferencial como herramienta para el análisis de la investigación que se levanta de una muestra determinada usando la técnica de la observación y/o el instrumento de cuestionario.

Por otra parte, el estudio de esta tesis es experimental pura de tipo factorial porque se hará manipulación intencional de las variables independientes y se medirá su efecto sobre la variable dependiente.

Así mismo, el estudio de esta tesis reúne las características de una investigación aplicada, porque tiene como fin proponer soluciones en base al problema estudiado y generar un impacto social positivo.

4.1.2. Diseño de investigación

En la presente investigación se define como factores a las variables que se desean evaluar en las condiciones de hidrólisis ácida: velocidad de agitación, concentración de ácido, temperatura y tiempo de hidrólisis tal y como se detalla en la tabla 6.

Se definen:

Z_{1n} = número de factores o variables que se manipulan son 4.

n = niveles o número de valores que adoptaran las variables, en esta investigación son 2.

Tabla 6*Factores y niveles para la etapa de hidrólisis ácida*

N°	FACTORES	NOTACIÓN	UNIDADES	NIVELES	
				A	B
1	Velocidad de agitación	Z ₁₁	Rpm	150	180
2	Concentración de ácido	Z ₁₂	mol/L	0.1	0.4
3	Temperatura	Z ₁₃	°C	50	70
4	Tiempo de hidrólisis	Z ₁₄	Horas	4	6

Asimismo, en la tabla 7 se define como factores a las variables que se desean evaluar en las condiciones de fermentación láctica: relación glucosa: cultivo láctico y tiempo de fermentación.

Se definen:

Z_{2n}= número de factores o variables que se manipulan, son 2.

n = niveles o número de valores que adoptaran las variables, en esta investigación son 2.

Tabla 7*Factores y niveles para la etapa de la fermentación láctica*

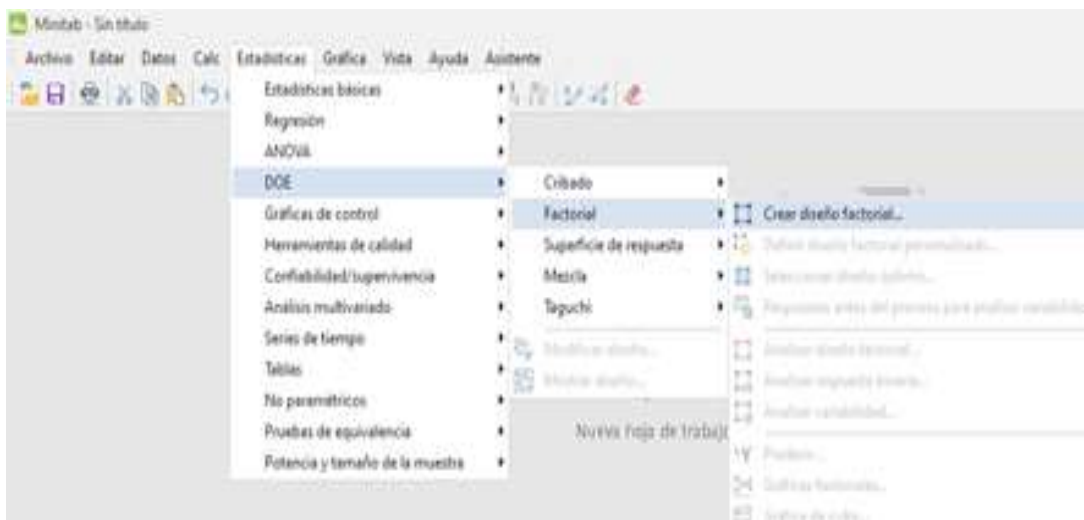
N°	Factores	Notación	Unidades	Niveles	
				A	B
1	Relación glucosa: cultivo láctico	X ₂₁	g : g	2:0.5	1:0.5
2	Tiempo de fermentación	X ₂₂	Días	3	5

Según [51] refiere que los diseños factoriales 2^k , conocidos como planes de experiencia son ampliamente utilizados en experimentos donde se requiere encontrar valores óptimos de un grupo de variables, las cuales están determinadas por un rango de valores, éstos se conocen como niveles de la variable. Estos niveles pueden ser cuantitativos (primer y tercer caso), cuando se trata de niveles numéricos o cualitativos (segundo caso) cuando se trata la ausencia o presencia de un factor.

La figura 8 muestra el diseño Factorial completo utilizando el software MINITAB 22, siguiendo procedimiento siguiente: Estadísticas / DOE/ Factorial/Crear Diseño Factorial.

Figura 8

Factores y niveles para la etapa de la fermentación láctica



Nota. Se hace uso del Programa MINITAB 22.

De manera específica en la tabla 8 se detalla el diseño factorial completo para la evaluación de las variables con sus respectivos niveles en la etapa de hidrólisis ácida; al finalizar esta etapa se elegirán a los tubos que proporcionen la mayor cantidad de azúcares fermentables, los cuales serán medidos en °Brix (g sacarosa/100 g sol).

Tabla 8*Diseño experimental: variables en la etapa de hidrólisis ácida*

N°	Velocidad de agitación (Rpm)	Concentración de ácido (mol/L)	Temperatura (°C)	Tiempo de hidrólisis (horas)	°Brix
1	150	0.1	50	4	
2	180	0.1	50	4	
3	150	0.4	50	4	
4	180	0.4	50	4	
5	150	0.1	70	4	
6	180	0.1	70	4	
7	150	0.4	70	4	
8	180	0.4	70	4	
9	150	0.1	50	6	
10	180	0.1	50	6	
11	150	0.4	50	6	
12	180	0.4	50	6	
13	150	0.1	70	6	
14	180	0.1	70	6	
15	150	0.4	70	6	
16	180	0.4	70	6	

En la tabla 9 se evaluarán las condiciones de la fermentación láctica en base al diseño factorial completo, teniendo en cuenta a los tubos elegidos en la etapa anterior.

Tabla 9

Diseño experimental: variables en la etapa de fermentación láctica

Nº	Relación g glucosa/g Cultivo	Tiempo de fermentación (días)	Concentración de ácido (g/L)
1	2:0.5	3	
2	1:0.5	3	
3	2:0.5	5	
4	1:0.5	5	

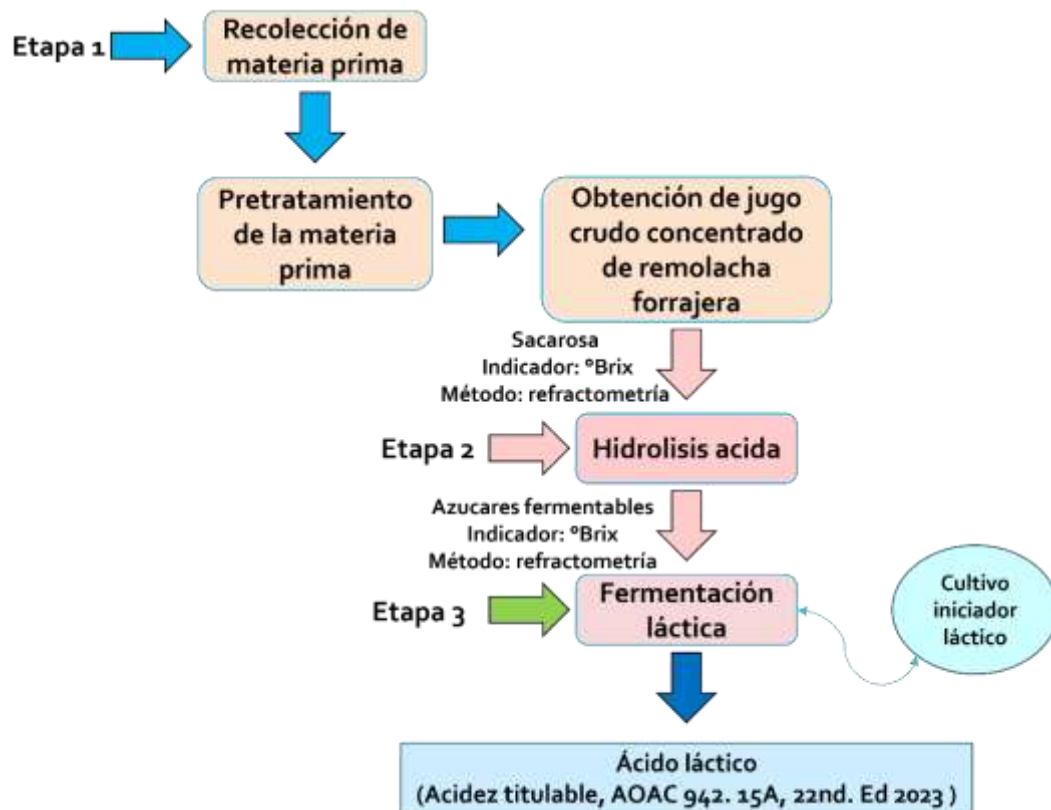
4.2. Método de investigación

De acuerdo con la metodología de la investigación, el método utilizado en el presente trabajo de investigación es el hipotético-deductivo puesto que se parte de una serie de hipótesis para luego obtener conclusiones particulares de ella, y que luego serán verificadas experimentalmente, es decir comprende una etapa inicial de inferencias empíricas que permiten deducir hipótesis que serán refutadas mediante la experimentación [52].

La obtención de ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera sigue la siguiente metodología, las cuales se representa en la figura 9, como un diagrama de flujo.

Figura 9

Diagrama de flujo



4.3. Población y muestra

En el presente trabajo de investigación se adquirió la remolacha forrajera en la Empresa Municipal de Mercados S.A. (Emmsa) que está localizado en la avenida La Cultura 808, en el distrito de Santa Anita 15011, provincia de Lima, se trabajará con una unidad de análisis que consiste de dos atados de remolacha forrajera equivalente a 2kg.

4.4. Lugar de estudio

La presente investigación se realizó en los laboratorios de fisicoquímica y microbiología de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao, donde se cuenta con los equipos requeridos.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para este tipo de investigación se usará la técnica de la observación ya que se observará el comportamiento del fenómeno bajo estudio y el instrumento a utilizar será un Check list.

4.5.1. Técnicas para la recolección de la información

En la experiencia se requiere trabajar por triplicado, debido a que el Jugo de remolacha crudo concentrado es una mezcla heterogénea, además de ello disminuirá el margen de error en los resultados. A continuación, se detalla los métodos y/o técnicas en el proceso de obtención del ácido láctico.

Para la obtención y pretratamiento de la remolacha forrajera.

Como primer paso desecharemos algunas partes de la remolacha de los dos atados de remolacha forrajera que es equivalente a 2Kg, luego del lavado se procedió a pesar nuevamente dándonos un peso de 1.764 Kg, para después cortar en bastones como se ilustra en la figura 10 y 11.

Figura 10

Lavado de la remolacha forrajera



Figura 11

Corte en bastones de la remolacha forrajera



Identificación de azúcares en el Jugo crudo concentrado de remolacha forrajera.

En la obtención de Jugo crudo concentrado de remolacha forrajera (se concentró a 65°C [14] como se ilustra en la figura 12) obteniéndose un volumen de 360 mL ($\rho = 1.054$ kg/L) y el volumen de agua al concentrar el Jugo crudo fue de 715mL. El bagazo obtenido de la extracción de Jugo crudo de la remolacha fue de 27.38% del peso de remolacha lavada.

Figura 12

Concentración del Jugo de remolacha crudo



En la tabla 10 se detalla la técnica y el método para la medición de azúcares y el pH. La técnica de refractómetro consistió en agregar unas gotas de la

muestra de Jugo de remolacha crudo concentrado. En la figura 13 y 14 se ilustra la medición de azúcares y pH respectivamente.

Tabla 10

Propiedades químicas del jugo crudo concentrado de remolacha

Análisis	Técnica	Método
°Brix (g sacarosa/100g de solución)	Refractómetro	Instrumental
pH	Potenciómetro	Instrumental

Nota. Los resultados están expresados en °Brix (g de sacarosa/100 g de solución)

Figura 13

Medición de °Brix del Jugo crudo concentrado de la remolacha



Nota. Medición de °Brix con el refractómetro digital ATAGO. Foto tomada en el laboratorio de fisicoquímica de la facultad de ingeniería química de la Universidad Nacional del Callao.

Figura 14

Medición del pH del Jugo crudo concentrado de la remolacha forrajera



Nota. Antes de usar el potenciómetro se requiere la calibración con las soluciones de 4.01 y 6.86. Foto tomada en el laboratorio de fisicoquímica de la facultad de ingeniería química.

Para la etapa de hidrólisis ácida del Jugo de remolacha forrajera crudo concentrado hasta azúcares fermentables.

Luego de la obtención y pretratamiento de la remolacha forrajera, se tomará 5 g del Jugo crudo concentrado para cada tubo (1, 1x, 1xx, 2, 2x, 2xx, ...) y se les adicionará una solución de 15 ml de H_2SO_4 (ver anexo 02) con concentraciones de 0.1 y 0.4 N sea el caso, para luego colocarlas en el equipo de baño María con agitación SB-12L BENCHMARK SCIENTIFIC como se ilustra en la figura 15. Luego se dejarán reposar a temperatura ambiente en ausencia de luz.

Figura 15

Hidrólisis del Jugo crudo concentrado



Nota. El equipo utilizado fue baño maría con agitación. Foto tomada en el laboratorio de fisicoquímica de la facultad de ingeniería química.

En la figura 16 se ilustran los 64 tubos, los cuales a cada uno se les midió °Brix final al finalizar la etapa de hidrólisis ácida, estas se detallan en la tabla 11. Para el reconocimiento de azúcares reductores se utilizará el método de refractometría.

Figura 16

Etapa final de hidrolisis acida: °Brix y pH



Nota. Foto tomada en el laboratorio de fisicoquímica de la facultad de ingeniería química.

Tabla 11

Etapa final de hidrolisis ácida: medición de °Brix

Etapa 1: Hidrolisis acida	R1	R2	R3
°Brix final			

Nota. Donde R1, R2, R3 representa el número de repeticiones.

Cultivo iniciador láctico

Se utilizó el cultivo láctico liofilizado Selection™ mild 1 (ver anexo 02) que contiene 2 tipo de cepas, el *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (*L. bulgaricus*) y *Streptococcus thermophilus*. En la figura 17 se muestra la presentación de este cultivo.

Figura 17

Cultivo iniciador láctico liofilizado



Nota. Foto tomada en la empresa Insumos & Soluciones SAC.

Para la etapa de fermentación láctica

Luego de la hidrólisis ácida, trasvasaremos los tubos 4, 8, 10, 16 con sus respectivas repeticiones a matraces con una capacidad de 50 mL, previamente se requiere neutralizar con NaOH 1N hasta un pH 6.8, con el objetivo de acondicionar el medio de crecimiento de los microorganismos presentes.

Los matraces se colocarán en el autoclave a una presión interna de 1.03 bar, provocando que la temperatura del vapor alcance una temperatura de 121 °C durante 15-20 min tal como se ilustra en la figura 18.

Figura 18

Esterilización en la autoclave



Nota. Foto tomada en el laboratorio de microbiología de la facultad de ingeniería química.

Luego del tiempo estimado sacamos los matraces esterilizados M4, M8, M10, M16, dejaremos que enfríe para posteriormente inocular directamente el cultivo DVS y glucosa. No olvidar realizar todo esto con el mechero de bunsen encendido para evitar la contaminación de las muestras.

En la figura 19 muestra los matraces M4, M8, M10, M16 en la incubadora a una temperatura entre 35-45 °C para favorecer el crecimiento de las cepas presentes en el cultivo láctico y así se pueda producir ácido láctico.

Figura 19

Muestras en la incubadora



El reconocimiento del ácido láctico se realizará por acidez titulable (AOAC 942.15A, 22nd. Ed. (2023)), luego se guardará las muestras en la refrigeradora del laboratorio.

4.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la parte experimental se necesitaron equipos, materiales y reactivos los cuales se detallarán a continuación.

Equipos

- Extractora de Jugos OSTER 600 W FPSTJE320S PLOMO.
- Balanza analítica.
- Refractómetro digital ATAGO PR-201.

- Baño María con agitación SB-12L BENCHMARK SCIENTIFIC.
- Potenciómetro PEN TYPE PH METER-009(I) A.
- Autoclave.
- Incubadora.
- Estufa.

Materiales

- Vasos de precipitado 1000, 500, 100 mL.
- Varillas de vidrio
- 48 tubos de ensayo con tapa Pirex N°9825.
- 12 matraces Erlenmeyer PIREX 50ml.
- Papel aluminio.
- Pipetas 1, 10 ml.
- 1 Piceta.
- 1 Propipeta.
- 5 frascos de plástico.
- 3 Fiolas de 250 mL.
- Mechero de bunsen.
- 12 Placas Petri.
- Papel craft.
- Lupa.
- Termómetro.

Reactivos

- H₂SO₄ 0.1, 0.4 N
- NaOH 1N
- H₂O destilada.
- Solución buffer 4.01 y 6.86
- Cultivo láctico Selection™ Mild 1

4.6. Análisis y procesamiento de Datos

El análisis y procesamiento de datos se ha desarrollado mediante la investigación experimental, el cual está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se han realizado para obtener la información y los datos necesarios para el proceso biotecnológico del ácido láctico a partir de la remolacha forrajera a escala de laboratorio. Para lo cual se empleó la técnica estadística inferencial de diseño factorial de 4 factores para la etapa de hidrólisis ácida y un diseño factorial de 2 factores en la etapa de fermentación láctica, usando el software estadístico Minitab 22.

4.7. Aspectos éticos en Investigación

Los autores de la investigación se responsabilizan de la información publicada como resultado de este proyecto, de acuerdo al Reglamento del Código de Ética de la Investigación de la UNAC, Resolución N° 260-2019-CU., donde se señala los principios éticos como norma de comportamiento conductual, así como también los autores están de acuerdo con el reglamento en donde reconoce que la investigación es una función esencial y obligatoria en la Universidad Nacional del Callao, por ello el investigador es responsable de los procedimientos y evaluación de su investigación.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

En la tabla 12 se presentan los datos estadísticos descriptivos de las 3 mediciones para la concentración de la sacarosa en la remolacha forrajera utilizada como sustrato para la obtención de ácido láctico mediante un proceso biotecnológico.

Tabla 12

Datos estadísticos descriptivos

Variable	Media	Mínimo	Mediana	Máximo
°Brix	21.600	21.400	21.500	21.900

Nota. Resultados obtenidos con Minitab 22

En la tabla 13 da a conocer los valores promedios obtenidos para el pH del Jugo crudo concentrado de la remolacha forrajera.

Tabla 13

Datos estadísticos descriptivos

Variable	Media	Mínimo	Mediana	Máximo
pH	5.0333	5.0000	5.0000	5.1000

Nota. Resultados obtenidos con Minitab 22

En la tabla 14 se detalla los datos obtenidos de la concentración de la sacarosa en °Brix, con respecto a los parámetros de la hidrólisis ácida.

Tabla 14

Concentración de la sacarosa con respecto a los parámetros de la hidrólisis ácida

Velocidad de agitación (RPM)	Concentración de ácido (mol/L)	Temperatura (°C)	Tiempo de hidrólisis (horas)	°Brix		
				R ₁	R ₂	R ₃
150	0.1	50	4	7.2	7.2	7.1
150	0.4	50	4	7.3	7.9	7.9
150	0.1	50	6	6.6	6.5	6.6
150	0.4	50	6	8.5	8.2	8.0
180	0.1	50	4	6.5	6.1	6.3
180	0.4	50	4	7.6	8.0	7.9
180	0.1	50	6	8.0	8.1	8.0
180	0.4	50	6	9.1	9.2	9.5
150	0.1	70	4	5.4	5.7	5.7
150	0.4	70	4	8.0	8.1	7.9
150	0.1	70	6	5.5	5.7	6.0
150	0.4	70	6	7.5	7.5	8.1
180	0.1	70	4	5.8	5.5	6.0
180	0.4	70	4	8.2	7.7	7.7
180	0.1	70	6	5.9	5.8	5.8
180	0.4	70	6	8.2	8.2	7.6

Nota. Resultados obtenidos luego de la hidrólisis ácida, donde R₁, R₂, R₃ es el número de repeticiones.

Se muestran en la tabla 15 los resultados promedios de la concentración de ácido láctico en g/L (**ver anexo 02**) al finalizar la etapa de fermentación láctica para la comprobación de hipótesis específica tres.

Tabla 15

Etapas final de la fermentación láctica: Concentración de ácido láctico

Relación glucosa / cultivo (g/g)	Tiempo de fermentación (días)	Concentración de ácido (g/L)
2:0.5	3	1.84
1:0.5	3	1.44
2:0.5	5	3.81
1:0.5	5	1.28

Nota. Resultados promedios obtenidos por el laboratorio “Sociedad de Asesoramiento Técnico”.

El valor de la mediana de la concentración de ácido láctico en todos los casos, luego de finalizar la fermentación láctica, se detalla en la tabla 16.

Tabla 16

Datos estadísticos descriptivos

Muestra	N	Mediana
Concentración	4	1.64

Nota. Resultados obtenidos con Minitab 22

5.2. Resultados inferenciales

Dado que:

Si $p > 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula de manera significativa.

En el **anexo 3: Etapa de hidrólisis ácida** se muestran las pruebas de normalidad mediante Kolmogorov - Smirnov y los valores atípicos para velocidad de agitación, concentración de ácido, tiempo, temperatura y °Brix para la hidrólisis ácida, los cuales no mostraron normalidad en sus distribuciones, por lo que se realizarán pruebas no paramétricas.

Teniendo en cuenta que nuestros datos no presentan normalidad, se realizó la correlación en parejas de Spearman con el objetivo de conocer el efecto de los °Brix con respecto a los parámetros de la hidrólisis ácida, como se detalla en la tabla 17.

Tabla 17

Etapas Hidrolisis acida: correlación en parejas de Spearman

Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para p	Valor p
°Brix	Velocidad de agitación	48	0.155	(-0.137; 0.422)	0.292
°Brix	Concentración de ácido	48	0.747	(0.562; 0.861)	0.000
°Brix	Temperatura	48	-0.336	(-0.572; -0.049)	0.020
°Brix	Tiempo	48	0.230	(-0.061; 0.486)	0.115

Nota. Resultados obtenidos con Minitab 22

Los resultados de aplicar la correlación de Spearman al efecto de la velocidad de agitación, tiempo, temperatura y concentración de ácido sobre la concentración de sacarosa medidos como °Brix durante la etapa de hidrólisis ácida, indican que estos (°Brix) tienen un índice de correlación igual a 0.155 con respecto a la velocidad de agitación, es decir existe una correlación baja y directa entre estas variables, con un $p = 0.292$ (mayor a 0.05); el índice de correlación entre los °Brix y la concentración del ácido es de 0.747 lo que señala una alta y directa correlación entre ambas variables, con $p = 0.00$ (menor a 0.05); la correlación entre los °Brix y la temperatura es de -0.336 implica una correlación baja e inversa entre ambas variables, con $p = 0.020$ (menor que 0.05) y el índice de correlación 0.230 entre los °Brix y el tiempo muestran una correlación de baja y directa entre ellos con $p = 0.115$ (mayor que 0.05).

Así mismo en el **anexo 3: Etapa de fermentación láctica** se muestran las gráficas de probabilidad para tiempo de fermentación, relación glucosa/

cultivo y concentración de ácido láctico, en la cual solo la concentración de ácido láctico mostro normalidad en su distribución, con un valor de $p > 0.05$ no tenemos suficiente evidencia para concluir que nuestros datos no siguen una distribución normal; por lo tanto, se realizarán pruebas no paramétricas con correlaciones en parejas de Spearman como se detalla en la tabla 18.

Tabla 18

Fermentación láctica: correlaciones en parejas de Spearman

Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para p	Valor p
Concentración de ácido láctico	Relación glucosa/ cultivo	4	0.894	(-0.704; 0.999)	0.106
Concentración de ácido láctico	Tiempo de fermentación	4	0.000	(-0.961; 0.961)	1.000

Nota. Resultados obtenidos con Minitab 22

El índice de correlación 0.894 (cercano a 1) indica que hay una correlación fuerte y directa entre la relación glucosa/cultivo y la obtención de ácido láctico, con un valor de p de 0.106 (mayor a 0.05). Por otro lado, el índice de correlación entre el tiempo de fermentación y la obtención de ácido láctico es de cero, lo que implica que no hay relación entre estos dos parámetros, con un valor de p de 1.000 (mayor a 0.05).

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Hipótesis específica 1: “La remolacha forrajera, para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico, debe contener al menos 20 °Brix.

La tabla 12 muestra el valor promedio del contenido de sacarosa en la muestra experimental de 21.6 °Brix, valor por encima de lo establecido, por lo que la hipótesis específica 1 si se pudo comprobar.

Hipótesis específica 2: “Los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico son: velocidad de agitación, concentración de ácido, tiempo y temperatura”

En la tabla 14 se muestran los resultados de relacionar los parámetros velocidad de agitación, concentración de ácido, tiempo y temperatura con el proceso de hidrólisis ácida, encontrando evidencia estadística significativa con la concentración de ácido ($p=0.00$) y la temperatura ($p=0.020$), de igual manera no se encontró evidencia significativa con la velocidad de agitación ($p=0.292$) y el tiempo ($p=0.115$); por lo que la hipótesis específica 2 se comprobó parcialmente.

Hipótesis específica 3. “Los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico son relación glucosa: cultivo láctico y tiempo de fermentación”

De los resultados mostrados de la tabla 18 no se encontró evidencia significativa para relacionar los parámetros relación glucosa/ cultivo, y tiempo de fermentación en el proceso de fermentación láctica, teniendo valores de p de 0.106 y 1.000 respectivamente, esto permite interpretar que ambas correlaciones no son estadísticamente significativas; por lo que la hipótesis específica 3 no se comprobó.

Hipótesis general: “Es posible obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera utilizando hidrólisis ácida y posterior fermentación láctica”

Puesto que la hipótesis específica 1 se comprobó de la tabla 12, y de los resultados de las tablas 14 y 15, hidrólisis ácida y fermentación láctica respectivamente, se evidenció en todos los casos la obtención de ácido láctico. Sin embargo, la hipótesis específica 2 se comprobó parcialmente y la hipótesis 3 no se comprobó, se puede decir que no existe evidencia estadística significativa para comprobar la hipótesis general.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Hipótesis específica 1: Los resultados obtenidos para el contenido de sacarosa en la muestra experimental, con una media de 21.6 °Brix, dieron valores por encima de lo indicado por VISSER Diana et. al [14], el cual señala que es preferible que el jugo de remolacha crudo concentrado pueda contener entre 20 a 30 °Brix.

Hipótesis específica 2: Los resultados mostraron evidencia estadística significativa que hay relación alta con la concentración de ácido (0.747) y baja e inversa con la temperatura (-0.336) coincidiendo con JIMENEZ ISLAS, Donaji et al. [15] en el cual refiere que para la concentración de ácido y temperatura existe significancia; además menciona que para concentraciones mayores a 0.5 N no existe diferencia significativa; sin embargo el parámetro de temperatura estará influenciado por la concentración del ácido y el tiempo de hidrólisis.

Asimismo, no se encontró evidencia con la velocidad de agitación y el tiempo; se discrepa del autor ya que menciona que a velocidades por debajo de 150 RPM no existe significancia, posterior a ello existe diferencia significativa. Por último, señala que para la obtención de azúcares fermentables mediante hidrólisis ácida, el tiempo de hidrólisis a partir de cuatro horas en adelante no tiene significancia, por lo que se coincide con el autor.

Hipótesis específica 3: Con respecto a los resultados obtenidos de la concentración de ácido láctico, con una mediana de 1.64 g/L, no se pudo contrastar con sustratos o volúmenes equivalentes con nuestra investigación. Se concuerda con IÑIGUEZ, Andrea y CASTILLO, Antonio [13] con respecto al tiempo de fermentación mayor a 5 días, el cual no tuvo significancia con la concentración de ácido láctico usando como sustrato almidón de papa. Por otro lado, WARTHON AYALA, Carmen y RAMOS HUAMÁN, Mercedes Z. [17] obtuvieron 41,4979 g/L de ácido láctico en base a una muestra de 47 L suero lácteo residual, usando como inóculo 0.1 g/L y un tiempo de fermentación de 3 días.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

De acuerdo al Reglamento del Código de Ética de la Investigación de la UNAC, Resolución N° 260-2019-CU., los autores de la presente investigación se responsabilizan por la información emitida en el presente informe final.

VII. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera, con una mediana de producción de ácido láctico de 1.64 g/L; así mismo se obtiene la mayor concentración de ácido láctico utilizando un diseño para la hidrólisis ácida (180 RPM, 0.4 N de H₂SO₄, 50 °C y 6 horas) y la fermentación láctica (relación glucosa/ cultivo de 2:0.5 y tiempo de fermentación 5 días) con un valor de 3.81 g/L.
2. Se caracterizó la remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico, en la cual se obtuvo de la muestra experimental un valor promedio para el contenido de sacarosa de 21.6 °Brix, valor por encima de lo indicado en la hipótesis.
3. Se determinó los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico, siendo los parámetros más importantes para este estudio con evidencia estadística significativa con la concentración del ácido y la temperatura con respecto a los °Brix.
4. Se determinó los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico, cuyos parámetros relación glucosa/ cultivo y tiempo de fermentación no se encontró evidencia estadística significativa con respecto a la concentración de ácido láctico, sin embargo, existe una correlación fuerte y directa entre la relación glucosa/ cultivo y la concentración de ácido láctico.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se aconseja lavar la materia prima antes de iniciar con el pretratamiento de la concentración del jugo de la remolacha, y así evitar interferencias que puedan afectar la obtención de ácido láctico.
2. Se recomienda realizar estudios más detallados para obtener mejores condiciones de hidrólisis para que el cultivo iniciador láctico pueda consumir los azúcares degradados de la remolacha forrajera y permita obtener un mayor rendimiento de producción de ácido láctico durante su desarrollo.
3. Se recomienda realizar un estudio con otros tipos de microorganismos lácticos homofermentativos teniendo en cuenta la curva de crecimiento con respecto al tiempo.
4. Al realizar la fermentación láctica se recomienda esterilizar todos los materiales a utilizar siguiendo un manual de prácticas de laboratorio de microbiología general para evitar contaminaciones que puedan alterar los resultados en dicho proceso.

IX. REFERENCIAS

- [1] **OBSERVATORIO DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA.** *Ácido láctico, sus sales y ésteres (HS:): Comercio, Exportadores e Importadores.* [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <https://oec.world/es/profile/hs/lactic-acid-its-salts-esters>
- [2] **MARKET RESEARCH COMPANY MORDOR INTELLIGENCE.** *Tamaño del mercado de ácido láctico y análisis de acciones. Informe de investigación de la industria. Tendencias de crecimiento.* [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/lactic-acid-market>
- [3] **VERITRADE.** *Importaciones y Exportaciones de ácido láctico, sus sales y sus ésteres.* World trade databases on global imports and exports. [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.veritradecorp.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/acido-lactico-sus-sales-y-sus-esteres/291811>
- [4] **GUAMÁN P., Adriana M.** *Obtención de ácido láctico a partir del almidón del maíz chulpi (zea mays sacchara) utilizando la fermentación de bacterias ácido lácticas, para su uso en la industria cosmética.* Ingeniera Química, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.2022. [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17719>
- [5] **SERNA C., Liliana y RODRIGUEZ de S., Aida.** *Producción económica de ácido láctico utilizando residuos de cosecha y Jugos de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.).* Agricultura Técnica. 2007, **67**(1). ISSN 0365-2807. [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: doi:10.4067/s0365-28072007000100004
- [6] **CAMACHO T., Yenifer K y LIZARAZO C, Yeni N.** *Producción de ácido láctico a partir del proceso de fermentación de la pulpa de café.* Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingeniería y Ciencias.2021.

- [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19539>
- [7] **INSUASTY SANTACRUZ, E. y JURADO GÁMEZ, H.** *Remolacha forrajera Beta vulgaris sembrada en micro túneles y su efecto en parámetros productivos del cuy*. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2020, **18**(1). [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v18n1.1421>
- [8] **INFORTAMBO CHILE.** *Remolacha azucarera: una excelente alternativa para alimentación animal*. [sin fecha]. [en línea] [consultado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.infortambo.cl/es/contenidos/remolacha-azucarera-una-excelente-alternativa-para-alimentacion-animal>
- [9] **ESPEJO Z, Eldin O.** *Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en Remolacha forrajera (Beta vulgaris L.) en Agallpampa*. Universidad Privada Antenor Orrego. 2022. [en línea] [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8846>
- [10] **SERNA C, Liliana y RODRIGUEZ DE S, Aida.** *Producción biotecnológica de ácido láctico: estado del arte*. Ciencia y Tecnología Alimentaria. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos Reynosa, México. 2005,5(1), 54-63. [en línea] [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72450109>
- [11] **MIDAGRI.** *Boletín Estadístico Mensual "El agro en cifras" 2023*. [en línea] [consultado el 28 de junio de 2024]. Disponible en: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/>
- [12] **ÁLVAREZ HERRERA, Alison D.** *Obtención de ácido láctico a partir del lactosuero por medio de fermentación usando Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis y Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Tesis [Título de Ingeniera Biotecnóloga], Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. 2024. [en línea] [consultado

el 1 de julio de 2024]. Disponible en:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27285>

- [13] **IÑIGUEZ, Andrea; CASTILLO, Antonio.** *Obtención del ácido láctico a partir del almidón de papa (Solanum Tuberosum L), como materia prima para la fabricación de material descartable biodegradable.* Tesis [Título de Ingeniero Ambiental], Chile. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. 2011, 77-79. [en línea] [consultado el 1 de julio de 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1514/12/UPS-CT002110.pdf>
- [14] **VISSER DIANA et al.** *Producción de ácido láctico a partir de Jugo de remolacha azucarera crudo concentrado.* [26 de noviembre de 2014]. Depositada: 22 de junio de 2007. Patente española 2530508. [en línea] [consultado el 1 de julio de 2024]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/ES2530508T3/es>.
- [15] **JIMENEZ ISLAS, Donaji et al.** *Obtención de azúcares fermentables mediante hidrólisis ácida de Beta vulgaris L.* Revista Internacional de Contaminación Ambiental. México. 2012, **28**(2),151-158. [en línea]. [consultado el 1 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n2/v28n2a6.pdf>
- [16] **TALA ORILLO, Nicole A.** *Evaluación de la influencia del encapsulamiento de cepas homofermentativas en la obtención del ácido láctico a partir de lactosuero.* Tesis [Título de Ingeniero Biotecnóloga], Arequipa. Universidad Católica de Santa María. 2023. [en línea] [consultado el 1 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12627>
- [17] **WARTHON AYALA, Carmen y RAMOS HUAMÁN, Mercedes Z.** *Optimización de los parámetros de fermentación del suero de la leche para la obtención del ácido láctico con la metodología de superficie de respuestas.* Tesis [Título de Ingeniero Químico], Callao. Universidad

- Nacional del Callao. 2019. [en línea] [consultado el 1 de julio de 2024].
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12952/5828>
- [18] **FLORES FLORES, Josefina E.** *Efecto del distanciamiento entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera (Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris var crassa) Puno.* Tesis [Título Profesional de Ingeniero Agrónomo con mención en Ambiental], Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2014, 12-18. [en línea] [consultado el 3 de julio de 2024].
Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2218>
- [19] **CAICEDO RIVAS, Yuly G.** *Tiempo y temperatura de deshidratación de la remolacha (Beta Vulgaris) en las características físico-químicas del edulcorante.* Informe de trabajo [Título de Ingeniero Agroindustrial], Colombia. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 2019, 7. [en línea] [consultado el 3 de julio de 2024].
Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1180/1/TTAI27.pdf>
- [20] **SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA.** *Remolacha forrajera.* [en línea] [consultado el 3 de julio de 2024].
Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726318/Remolacha_forrajera.pdf
- [21] **ROJAS RUIZ, Candace et al.** *Desarrollo de la “remolacha azucarera” y de la “remolacha forrajera” Beta vulgaris L. (Amaranthaceae) sembradas directamente en zonas altoandinas del norte del Perú.* *Arnaldoa*. 2018, **25** (3), 990. ISSN 2413-3299. [en línea] [consultado el 3 de julio de 2024].
Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n3/a11v25n3.pdf>
- [22] **SUÁREZ GUEVARA, Jennifer y VIDAL HURTADO, Leidy.** *Hidrólisis ácida y concentración por vaporación de Jugo de caña panelera (variedad cc 8592) para la elaboración de miel invertida.* Colombia. Universidad del Valle. 2013, 21-22. [en línea] [consultado el 3 de julio de 2024].
Disponible en:

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/58e83e27-ee57-44ca-a6a6-33bb170f47d4/content>

- [23] **NAUKAS.** *Hidrólisis de una molécula de sacarosa a una glucosa y una fructosa.* [en línea] [consultado el 3 de julio de 2024]. Disponible en: <https://naukas.com/2017/07/15/raices-fungicas/hidrólisis-de-una-molecula-de-sacarosa-a-una-glucosa-y-una-fructosa/>
- [24] **PUERTA QUINTERO, Gloria I.** *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café.* Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café. 2010, **402**, 1. ISSN 0120 - 0178. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.38141/10779/0402>
- [25] **CARBONERO ZALDUEGUI, Pilar.** *Bioquímica de las fermentaciones.* Madrid.1975,3-7. ISBN 84-600-6754-8. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://oa.upm.es/55235/1/FERMENTACIONES.pdf>
- [26] **KHAN ACADEMY.** *Fermentación y respiración anaeróbica.* [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-respiration-ap/a/fermentation-and-anaerobic-respiration>
- [27] **KHAN ACADEMY.** *Glucólisis.* [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/glycolysis/a/glycolysis>
- [28] **LUC DE VUYST, Frédéric L.** *Bacterias de ácido láctico como cultivos iniciadores funcionales para la industria de fermentación alimentaria.* Bélgica. Tendencias en ciencia y tecnología de alimentos. 2004, **15** (2), 67-78. ISSN 0924-2244. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.004>
- [29] **PATIÑO ZALAMEA, Marcela.** *Aplicación de la biotecnología láctea de fermentos LAB para la mejora de la producción de queso tipo fresco en la*

- industria Nandito*. Universidad del Azuay. Ecuador. 2011, 17. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6060>
- [30] **CORONADO S, Matilde et al.** *Aislamiento e Identificación Molecular de una Cepa de Lactobacillus delbrueckii subespecie bulgaricus en Leche de Cabra (Capra hircus)*. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinaria. Venezuela. 2018, **59** (1), 19. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revisfcv/article/view/15620>
- [31] **RAMIREZ RAMIREZ, José C et al.** *Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud*. Revista Fuente. México. 2011, 2(7), 4. ISSN: 2007-0713. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/436>
- [32] **PARRA HUERTAS, Ricardo A.** *Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos*. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2010, 8 (1),96. ISSN 1692-3561. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100012&lng=en&nrm=iso.
- [33] **AGURTO SÁENZ, Tomás y Juan Carlos RAMOS GORBEÑA.** *Bacterias ácido lácticas: Biopreservante de alimentos*. Biotempo [en línea]. 2008, **8**, 57. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/download/865/781/1883>
- [34] **ROBINSON, Richard K.** *Leches fermentadas. Yogurt: Papel de los cultivos iniciadores*. Editor(s): John W. Fuquay. Enciclopedia de ciencias lácteas (segunda edición). 2002, 2, 530. ISBN 9780123744074. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00190-4>
- [35] **GIL HORÁN, Ricardo H; DOMÍNGUEZ ESPINOSA, Rosa M; PACHO CARRILLO, Juan D.** *Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos*

- de cáscara de naranja: Procesos de separación y purificación*. Tecnología, Ciencia, Educación. 2008, **23**(2), 80-81. ISSN 0186-6036. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48223207.pdf>
- [36] **TORRE PASCUAL, Isabel**. *Producción biotecnológica de ácido D-Láctico a partir de residuos de naranja*. [Tesis doctoral en Química]. Universidad Complutense de Madrid, España. 2019, 25. [en línea]. [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/10730>
- [37] **ARIAS ZABALA, Mario, HENAO NAVARRETE, Lina, CASTRILLÓN GUTIÉRREZ Yulieth**. *Producción de ácido láctico por fermentación de mucílago de café con lactobacillus bulgaricus NRRL-B548*. Dyna. Colombia. 2009, 76 (158), 148. ISSN: 0012-7353. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49612069015>
- [38] **FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Silvia**. *Caracterización de bacterias ácido lácticas (BAL) para la producción de ácido láctico (AL) a escala de planta piloto*. [Trabajo final para optar el grado de licenciatura en ingeniería agrícola y de biosistemas]. Universidad de Costa Rica, 2022, 13. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2022/11/TFG-SilviaFernandezFernandez.pdf>
- [39] **GRUPO POCHTECA**. *Ácido láctico. Venta de materias primas para la industria*. [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://mexico.pochteca.net/productos/acido-lactico/#:~:text=Descripción%20y%20generalidades&text=El%20ácido%20láctico%20es%20un,tiene%20un%20ligero%20color%20amarillo>.
- [40] **GARCÍA, Carlos A.; ARRÁZOLA, Guillermo S.; DURANGO, Alba M.** *Producción de ácido láctico por vía biotecnológica*. Colombia. Temas Agrarios. 2010, **15**(2), 10–11. [en línea]. [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4149619.pdf>

- [41] **LAMOTHE-ABIET.** *Ácido láctico: Ficha de datos seguridad.* [sin fecha] [en línea] [consultado el 4 de julio de 2024]. Disponible en: https://lamothe-abiet.com/wp-content/uploads/FDS/ES/FDS_ES_ACIDE_LACTIQUE.pdf
- [42] **MOREANO PILATASIG, Mayra M.** *Determinación de azúcares reductores y su relación con carbohidratos no absorbidos en niños (a) del centro de educación inicial "María Montessori" del cantón Latacunga en el período 2014- 2015.* Informe De Investigación [Título de Licenciada en Laboratorio Clínico], Ecuador. Universidad Técnica De Ambato, 2015. [En línea] [consultado el 10 de Julio de 2024]. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10569/1/TESIS%20MAYRA%20MOREANO%20\(1\).pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10569/1/TESIS%20MAYRA%20MOREANO%20(1).pdf)
- [43] **FBK MÉXICO.** *Clasificación de los microorganismos.* [sin fecha]. [en línea] [consultado el 10 de julio de 2024]. Disponible en: <https://fbkmexico.com/clasificacion-de-los-microorganismos/>
- [44] **ENCICLOPEDIA MÉDICA.** *Anaerobio.* MedlinePlus - Health Information from the National Library of Medicine. [27 de abril del 2023]. [en línea] [consultado el 10 de julio de 2024]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002230.htm#:~:text=Las%20bacterias%20anaerobias%20son%20microorganismos,el%20t%C3%A9tanos%20y%20la%20gangrena.>
- [45] **EQUIPOS Y LABORATORIO.** *Que son los grados Brix.* [en línea] [consultado el 11 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-son-los-grados-brix>
- [46] **FERNANDES, Ana Zita.** *Carbohidratos: qué son, estructura y tipos. Toda Materia* [en línea]. 23 de mayo de 2019 [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.todamateria.com/carbohidratos/>
- [47] **PAN REAC APLLI CHEM.** *D (+) Sacarosa para biología molecular.* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.itwreagents.com/iberia/es/product/d--sacarosa-para-biologia-molecular-para-biologia->

[molecular/A2211#:~:text=La%20hidrólisis%20de%20la%20sacarosa%20genera%20una%20mezcla%20equimolar%20de,una%20rotación%20negativa%20o%20levógira.](#)

- [48] **EL UNIVERSAL.** *Diferencias entre zumo, jugo y néctar.* [en línea] [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/menu/cuales-son-las-diferencias-entre-zumo-jugo-y-nectar/>
- [49] **LABCONCO.** *Introducción a la Liofilización.* [en línea] [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.labconco.com/articulos/introduccion-a-la-lioofilizacion#:~:text=La%20lioofilización%20es%20un%20proceso,pasar%20por%20una%20fase%20líquida.>
- [50] **PORTAL OFICIAL DEL ESTADO ARGENTINO.** *Biotechnología, su importancia en la producción agropecuaria.* [en línea] [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/inase/biotechnologia#:~:text=La%20biotecnología%20es%20un%20conjunto,utilizarlo%20con%20un%20propósito%20específico.>
- [51] **MEDINA VARELA, Pedro D; LOPEZ REYES, Ángela M.** *Análisis crítico del diseño factorial 2k sobre casos aplicados.* Scientia Et Technica. 2011, 17 (47), 101-106. ISSN: 0122-1701. [en línea] [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84921327018>
- [52] **BERNAL TORRES, César A.** *Metodología de la Investigación.* 4ª ed. Editado por Orlando Fernández. Colombia: Pearson, 2016. ISBN 978-958-699-309-8. [en línea] [consultado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-cesar-a-bernal-freelibros-me-pdf/268810314>

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

OBTENCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO MEDIANTE UN PROCESO BIOTECNOLÓGICO USANDO CULTIVO INICIADOR LÁCTICO A PARTIR DE LA REMOLACHA FORRAJERA					
PROBLEMA General	OBJETIVO General	HIPÓTESIS General	VARIABLE Dependiente	DIMENSIONES	INDICADOR
¿Cómo obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera?	Obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera.	Es posible obtener ácido láctico mediante un proceso biotecnológico usando cultivo iniciador láctico a partir de la remolacha forrajera utilizando hidrólisis ácida y posterior fermentación láctica.	Y: Ácido láctico	Concentración	g/L
Específico ¿Cuáles son las características de la remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico?	Específico Caracterizar la remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico	Específico La remolacha forrajera para la obtención del ácido láctico mediante un proceso biotecnológico debe contener al menos 20 °Brix.	Independiente X: Remolacha Forrajera	Sacarosa	°Brix (g sacarosa/100 g de solución)
¿Cuáles son los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico?	Determinar los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico.	Los parámetros del proceso de la hidrólisis ácida de la remolacha forrajera para producir ácido láctico son: velocidad de agitación, concentración de ácido, tiempo y temperatura.	Z ₁ : Hidrólisis ácida	Velocidad de agitación	150, 180 Rpm
¿Cuáles son los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico?	Determinar los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico.	Los parámetros del proceso de la fermentación láctica de la remolacha forrajera para producir ácido láctico son concentración del M.O en el inóculo y tiempo de fermentación.	Z ₂ : Fermentación láctica	Concentración de ácido	0.1, 0.4 mol/L
				Tiempo	4, 6 horas
				Temperatura	50, 70°C
				Relación de glucosa: cultivo láctico	2:0.5, 1:0.5 g glucosa: g cultivo láctico
				Tiempo de fermentación	3, 5 días

Anexo 2

Ficha técnica de ácido sulfúrico (H₂SO₄)



Item Number	S1730
Item	Sulfuric Acid, Reagent, ACS
CAS Number	7664-93-9
Molecular Formula	H ₂ SO ₄
Molecular Weight	98.08
MDL Number	
Synonyms	

Test	Specification	
	Min	Max
APPEARANCE	Free from suspended or insoluble matter	
ASSAY (H ₂ SO ₄)	95.0	98.0%
COLOR (APHA)		10
RESIDUE AFTER IGNITION		5 ppm
CHLORIDE (Cl)		0.2 ppm
NITRATE (NO ₃)		0.5 ppm
AMMONIUM (NH ₄)		2 ppm
SUBSTANCES REDUCING PERMANGANATE		2 ppm
ARSENIC (As)		0.01 ppm
HEAVY METALS (as Pb)		1 ppm
IRON		0.2 ppm
MERCURY		5 ppb
EXPIRATION DATE		
DATE OF MANUFACTURE		

Spectrum Chemical Mfg Corp

<i>Corporate Headquarters:</i>	<i>West Coast Facility:</i>
769 Jersey Ave.	14422 S. San Pedro St.
New Brunswick, NJ 08901	Gardena, CA 90248
732.214.1300	310.516.8000

Ficha técnica de cultivo iniciador láctico



Selection™ Mild 1

Información de Producto

Versión: 5 PI EU ES 27-11-2020

Descripción

Cultivo termófila Yo-Flex®.

Composición del cultivo:

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus

Streptococcus thermophilus

No Material: 715163

Tamaño: 50x5 U

Tipo: Sobre (s) en caja

Color: Blanco a ligeramente rojizo o marrón

Formato: FD-DVS

Aspecto Físico: Granulado

Almacenaje y manipulación

-18 °C / -0 °F

Vida útil

Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones.

A +5 °C (41 °F) la caducidad es de como mínimo 6 semanas.

Aplicación

Uso

El cultivo producirá un yogur con un aroma muy suave, extra-alta viscosidad y muy baja post-acidificación. Adecuado para la fabricación de yogur firme, batido y líquido.

Dosis recomendada

Dosis de inoculación recomendada: 5U/25L de leche

Diseñados para un rendimiento óptimo, la composición y la dosis de inoculación recomendada para este cultivo fueron desarrollados cuidadosamente mediante el uso de cepas microbianas únicas, principios biotecnológicos avanzados y más de 140 años de experiencia acumulada de la industria láctea.

Advertencia: La aplicación de una dosis de inoculación inferior a la recomendada puede causar una variación no deseada en la calidad del producto, una menor eficiencia de producción, pérdidas en el rendimiento del producto, posibles fallos de fermentación y un mayor riesgo de ataques de bacteriófagos.

Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación es de 35-45 °C (95-113 °F). Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

Información técnica

www.chr-hansen.com

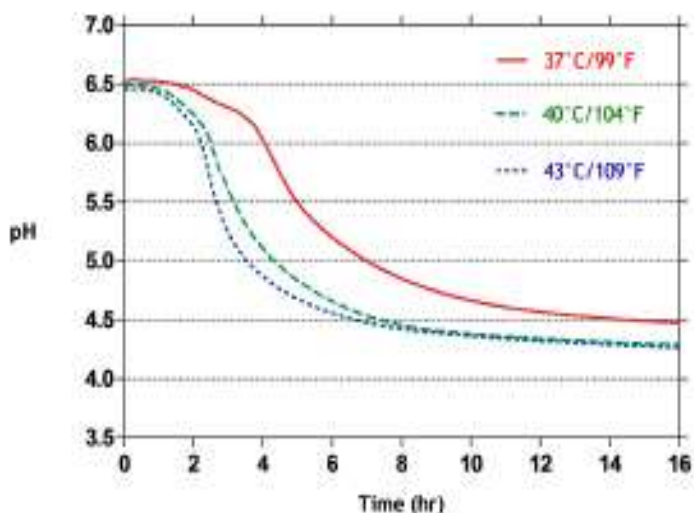
Página: 1 (4)

La información aquí recogida es, según nuestro (el saber y entender, veraz y exacta y el producto (o productos) que aquí se menciona(n) no viola(n) derechos de propiedad intelectual de terceros. El producto (o productos) puede(n) estar protegido(s) por patentes concedidas o en tramitación, marcas registradas o no registradas o por derechos de propiedad intelectual similares. Todos los derechos reservados.

Selection™ Mild 1

Información de Producto
Versión: 3 FI EU ES 27-11-2020

Curva de acidificación



Condiciones de fermentación:

Leche entera +2 % leche desnatada en polvo (85°C/185°F, 30 minutos)
Inoculación: 500U/2500L

Métodos analíticos

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

Información dietética

Kosher:	Kosher Lácteo exclu. Pascua
Halal:	Certificado
VLOG:	Conforme

Legislación

Chr. Hansen cumple con los requerimientos generales de seguridad alimentaria establecidos por el Reglamento 178/2002/EC. Las bacterias ácido lácticas son reconocidas de forma general como seguras y pueden ser utilizadas en alimentos, sin embargo, para aplicaciones específicas recomendamos que consulte la legislación nacional.

El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.

Seguridad alimentaria

No existe garantía de seguridad alimentaria implícita para aplicaciones de este producto distintas de las indicadas en la sección de utilización. Si desea utilizar este producto en otra aplicación por favor, contacte con su representante de Chr. Hansen para solicitar ayuda.

Etiquetado

Etiquetado recomendado "cultivo ácido láctico" o "cultivo iniciador", sin embargo, la legislación puede variar. Por favor, consulte la legislación local.

CHR HANSEN

Superiority from the inside

Selection™ Mild 1

Información de Producto

Versión: 5 H EU ES 27-11-2020

Marcas comerciales

Los nombres de productos, nombres de conceptos, logotipos, marcas y otras marcas comerciales mencionadas en este documento, figuran o no en mayúsculas, en negrita o con el símbolo ® o TM, son propiedad de Chr. Hansen A/S o de una filial de la misma o utilizados bajo licencia. Las marcas registradas que aparecen en este documento pueden no estar registradas en su país, aunque estén marcadas con un ®.

Servicio técnico

Personal de los Laboratorios de Aplicación y Desarrollo de Productos de Chr Hansen están a su disposición si necesita más información.

Información GMO

De acuerdo con la legislación de la Unión Europea mencionada a continuación, podemos informar que:

Selection™ Mild 1 no es un alimento GM (modificado genéticamente) *.

No contiene o consiste en OGM y no se produce a partir de OGM de acuerdo con el Reglamento 1829/2003 ** sobre alimentos y piensos modificados genéticamente.

Como tal, el etiquetado GM no es requerido para Selection™ Mild 1 o el alimento que se utiliza para producir **. Además, el producto no contiene ninguna materia prima con la etiqueta GM.

* Reglamento (CE) n.º 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2003, sobre alimentos y piensos modificados genéticamente.

** Reglamento (CE) n.º 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2003, relativo a la trazabilidad y el etiquetado de organismos modificados genéticamente y la trazabilidad de alimentos y piensos producidos a partir de organismos modificados genéticamente y por lo que se modifica la Directiva 2002/18/CE.

Por favor, tenga en cuenta que la información que se presenta aquí no implica que el producto pueda ser utilizado o está certificado externamente para ser utilizado en alimentos o piensos etiquetados como "orgánicos o ecológicos" o "libres de OGM". Los requisitos para hacer estas declaraciones varían según el país, contáctenos para obtener más información.

Selection™ Mild 1

Información de Producto

Versión: 5 H EU ES 27-11-2020

Información sobre Alergenos

Lista de alérgenos comunes de acuerdo con el Acto de 2004 sobre Protección a los Consumidores de la Autoridad sobre Alimentos y Etiquetado de Estados Unidos (FALCPA) y con el Reglamento 1169/2011/EC de la Unión Europea	Presente como Ingrediente en el producto
Cereales que contengan gluten* y productos derivados	No
Crustáceos y productos a base de crustáceos	No
Huevos y productos a base de huevo	No
Pescado y productos a base de pescado	No
Cacahuets y productos a base de cacahuets	No
Soja y productos a base de soja	No
Leche y sus derivados (incluye la lactosa)	SI
Frutos de cáscara* y productos derivados	No
Lista de alérgenos de acuerdo con el Reglamento 1169/2011/EC de la UE, exclusivamente	
Apio y productos derivados	No
Mostaza y productos derivados	No
Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo	No
Altramuces y productos a base de altramuces	No
Moluscos y productos a base de moluscos	No
Anhidrido sulfuroso y sulfitos (añadidos) en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/litro expresado como SO ₂	No

* Por favor, consulte el Reglamento de la UE 1169/2011 Anexo II para una definición legal de los alérgenos comunes. Vea la legislación de la Unión Europea en: www.eur-lex.europa.eu.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 204-5280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-04250-02-2024

PRODUCTO : Jugo de remolacha.
 SOLICITADO POR : Campos Casimiro Estelita
 DIRECCIÓN : Urb. Santa Rosa de Piérola Mz C. Lote 5 - Callao - Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-08-21
 FECHA DE ANÁLISIS : 2024-08-22
 FECHA DE INFORME : 2024-08-26
 SOLICITUD N° : SDT-09499-2024

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : HF-19
 ESTADO / CONDICIÓN : Producto líquido / Refrigerado
 PRESENTACIÓN : Frasco de plástico cerrado con tapa sin litografiar, con etiqueta
 CANTIDAD DE MUESTRA : 70 MILILITROS
 CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Acidez (g/l)	1.44 (Expresado en ácido láctico)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Acidez : AOAC 942.15A, 22nd Ed. (2020), Acidity (titration) of fruit products

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestros laboratorios. Sólo tiene validez para la muestra mencionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en español.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C. Q. P. N° 294



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 26/08/2024 11:15



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE QUISPE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-6200
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-04250-01-2024

PRODUCTO : Jugo de remolacha,
SOLICITADO POR : Campos Casimiro Estrella
DIRECCIÓN : Urb. Santa Rosa de Piérola Mz C Lote 5 - Callao - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-08-21
FECHA DE ANÁLISIS : 2024-08-22
FECHA DE INFORME : 2024-08-26
SOLICITUD N° : SDT-09499-2024

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : HF-08
ESTADO / CONDICIÓN : Producto líquido / Refrigerado
PRESENTACIÓN : Frasco de plástico cerrado con tapa sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA : 70 Mililitros
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Acidez (g/l)	3,81 (Expresado en ácido láctico)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

TIPOLOGÍA

FOA02: INQ 134, 22nd Ed. (2021). Acidity (Rheology) of Fruit Products

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra mencionada. Queda expresamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C. Q. P. N° 294



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 26/08/2024 11:15



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE BUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9200
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-04249-02-2024

PRODUCTO : Jugo de remolacha,
 SOLICITADO POR : Campos Casimiro Estrella
 DIRECCIÓN : Urb. Santa Rosa de Piérola Mz C Lote 5 - Callao - Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-08-21
 FECHA DE ANÁLISIS : 2024-08-22
 FECHA DE INFORME : 2024-08-26
 SOLICITUD N° : SDT-09476-2024

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : HF-16
 ESTADO / CONDICIÓN : Producto líquido / Temperatura Ambiente
 PRESENTACIÓN : Frasco de plástico cerrado con tapa sin litografiar, con etiqueta
 CANTIDAD DE MUESTRA : 70 MILilitros
 CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Acidez (g/l)	1.28 (Expresado en ácido láctico)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

Norma : AOAC 941.15A, 2010 Ed. (2020), Acidity (Rikuben) of fruit products

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra mencionada. Queda expresamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C. Q. P. N° 294



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 26/08/2024 11:14



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JL ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 205-5200
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-04249-01-2024

PRODUCTO : Jugo de remolacha,
 SOLICITADO POR : Campos Casimiro Estrella
 DIRECCIÓN : Urb. Santa Rosa de Piérola Mz C Lote 5 - Callao - Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-08-21
 FECHA DE ANÁLISIS : 2024-08-22
 FECHA DE INFORME : 2024-08-26
 SOLICITUD N° : SDT-09476-2024

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : HF-04
 ESTADO / CONDICIÓN : Producto líquido / Temperatura Ambiente
 PRESENTACIÓN : Frasco de plástico cerrado con tapa sin litografiar, con etiqueta
 CANTIDAD DE MUESTRA : 70 MILilitros
 CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Acidez (g/l)	1,84 (Expresado en ácido láctico)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

Norma : AOAC 941.15A, 2010, Ed. 2020, Acidez (Brix) en el jugo de frutas

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra mencionada. Queda expresamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C. Q. P. N° 294

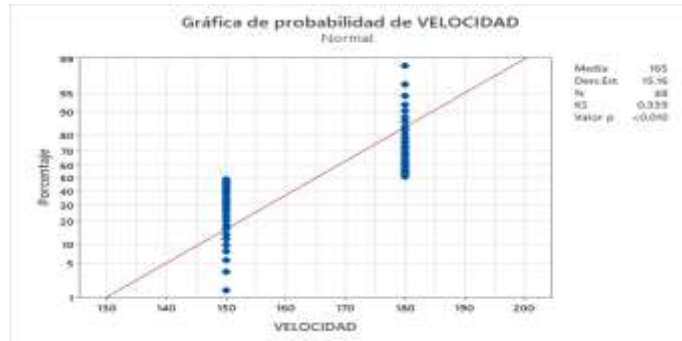


Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 26/08/2024 11:14

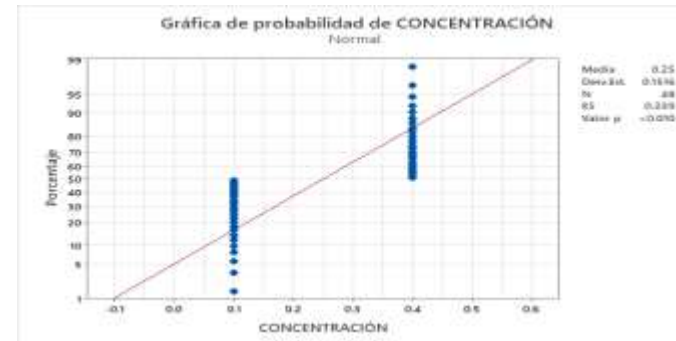
Anexo 3

Etapa: Hidrolisis ácida

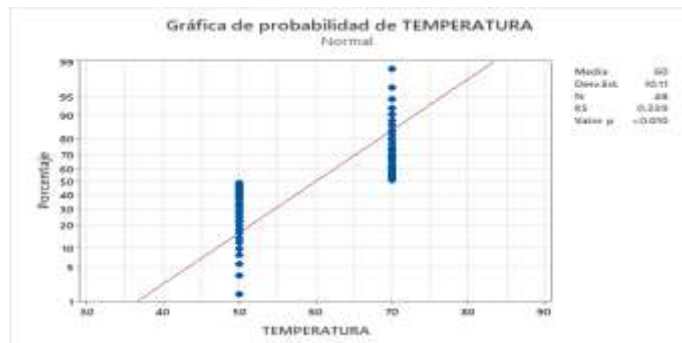
Gráfica de distribución normal para la variable velocidad



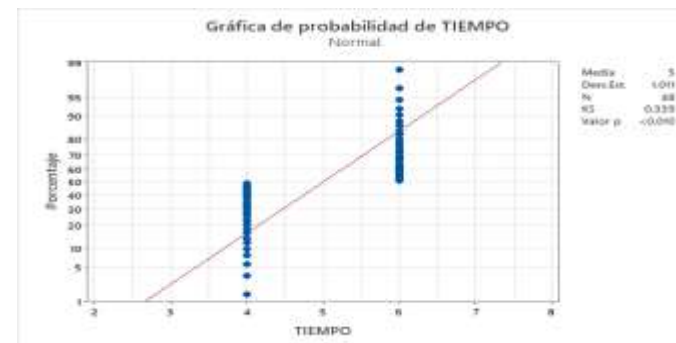
Gráfica de distribución normal para la variable concentración



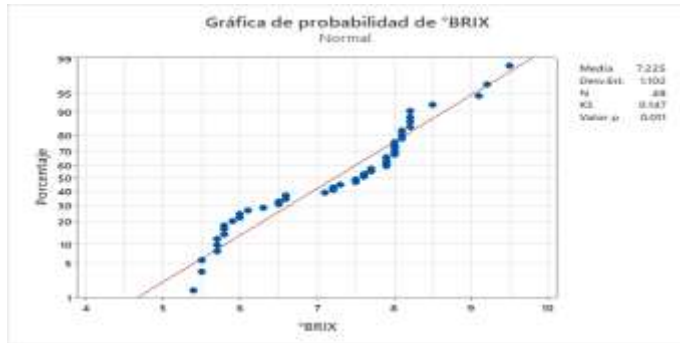
Gráfica de distribución normal para la variable temperatura



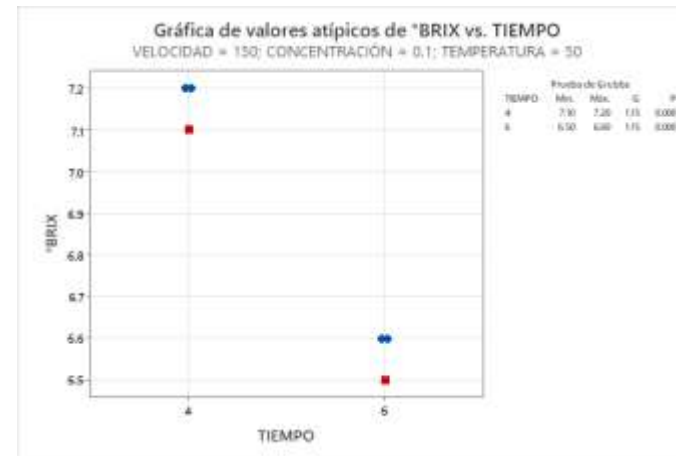
Gráfica de distribución normal para la variable tiempo



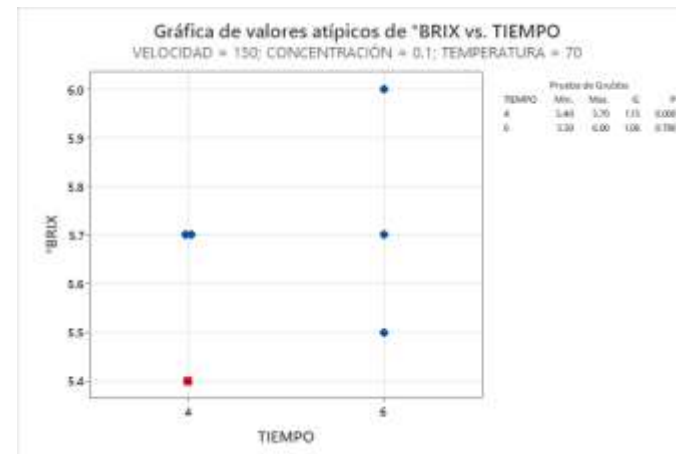
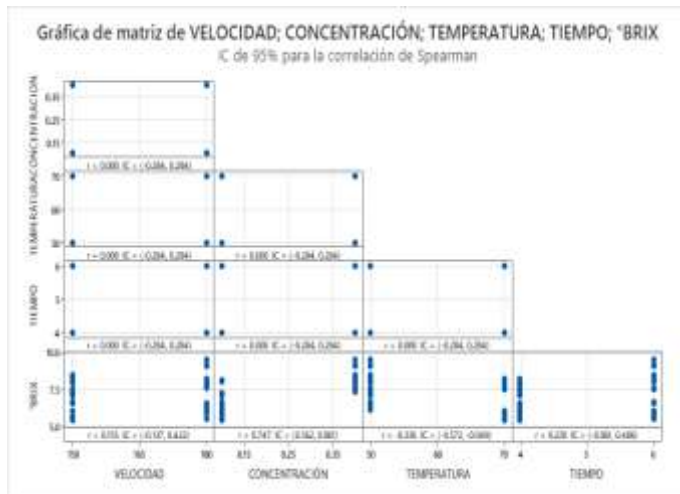
Grafica de distribución normal para °Brix

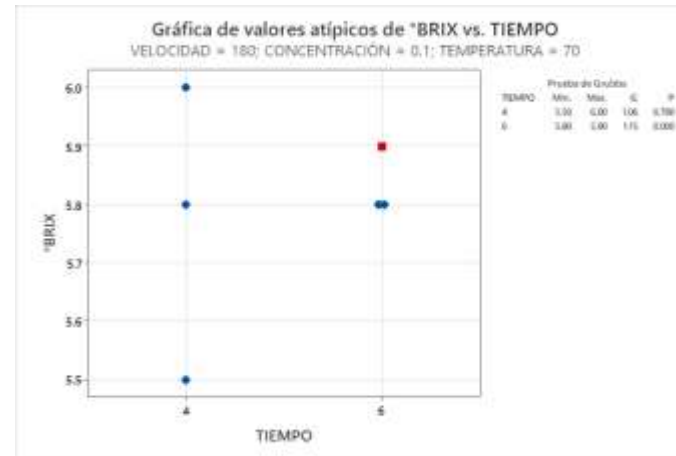
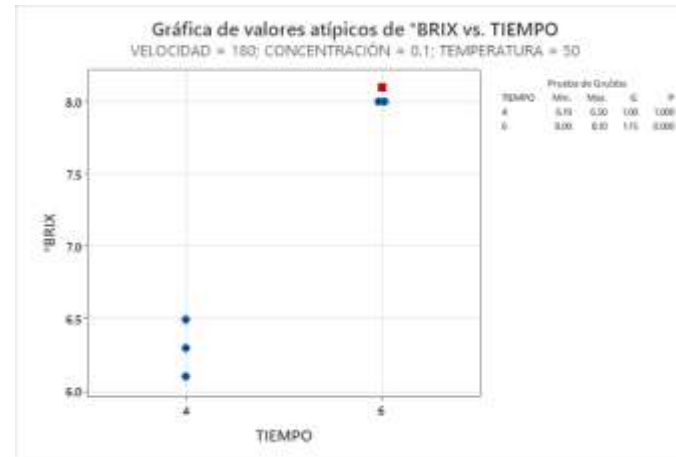
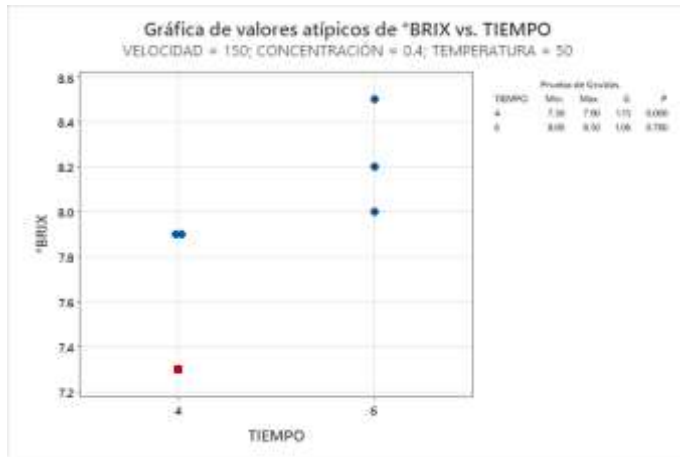


Gráficas de valores atípicos

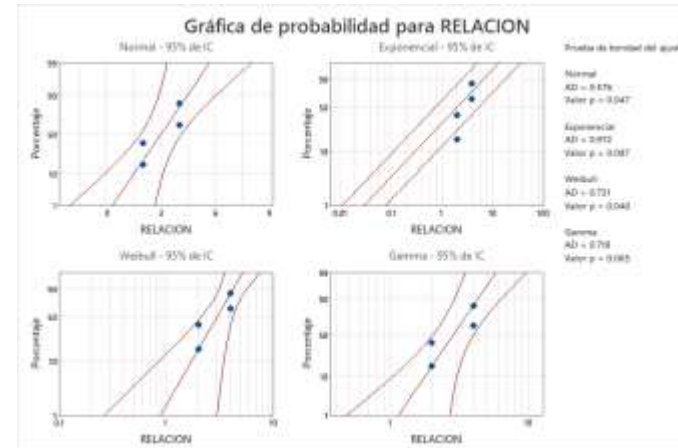
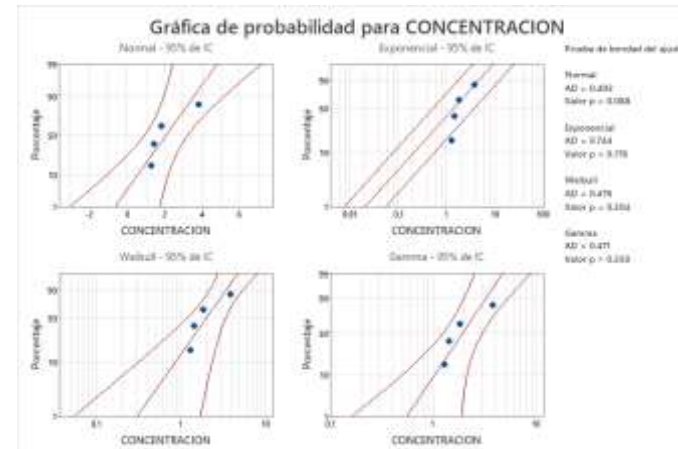
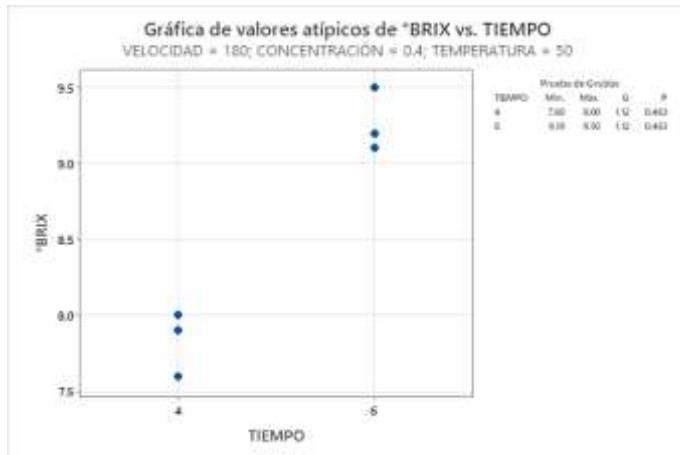


Grafica de correlación de Spearman





Etapa: Fermentación láctica



Gráfica de probabilidad para TIEMPO

