

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Elaboración de yogurt probiótico de betarraga (*Beta vulgaris*) y
arándano (*Vaccinium myrtillus*), edulcorado con stevia (*Stevia
rebaudiana*)”**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

Bach. Gamboa Torres, Daniela Lisbeth

Bach. Gamboa Torres, Diana Isabel

Asesora:

Ms. Córdova Chang, Any Berenice
DNI. N°: 43775869

Código ORCID: 0000-0002-2179-0641

Nuevo Chimbote - Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme el reglamento general para obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

“ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*) Y
ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia*
***rebaudiana*), Indica”**

Autores:

Bach. GAMBOA TORRES DANIELA LISBETH

Bach. GAMBOA TORRES DIANA ISABEL

Mg. Any Berenice Córdova Chang
ASESORA

DNI: 43775869

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-2179-0641

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE CONFORMIDAD DE JURADO

El presente trabajo de tesis titulado “ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana*), indica”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: Gamboa Torres Daniela Lisbeth, con código de matrícula 0201812036 y Gamboa Torres Diana Isabel, con código de matrícula 0201812029, que tienen como asesora a la Mg. Any Berenice Córdova Chang y a la Coasesora Mg. Guisela Carbajal Romero, según R.D. N° 549-2022-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 06 de octubre del 2025 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N° 411-2025-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.

Dr. Augusto Castillo Calderón
Presidente
DNI: 32931123
Código ORCID: 0000-0001-9237-8542

M.Sc. Saúl Eusebio Lara
Secretario
DNI: 32854604
Código ORCID: 0000-0001-6875-240X

Mg. Any Berenice Córdova Chang
Integrante
DNI: 43775869
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 09:00 horas del día dieciséis de octubre del dos mil veinticinco, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 2do piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 411-2025-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Presidente)
- **M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Secretario)
- **Mg. Any Berenice Córdova Chang** (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana indica*)” elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **GAMBOA TORRES DANIELA LISBETH**
- **GAMBOA TORRES DIANA ISABEL**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Mg. Any Berenice Córdova Chang** y como Coasesora a la **Ms. Guisela Carbajal Romero**.


Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
GAMBOA TORRES DANIELA LISBETH	17	BUENO

Siendo las 10:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 16 de octubre del 2025.


Dr. Augusto Castillo Calderón
Presidente


M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Secretario


Mg. Any Berenice Córdova Chang
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 09:00 horas del día dieciséis de octubre del dos mil veinticinco, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 2do piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 411-2025-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Presidente)
- **M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Secretario)
- **Mg. Any Berenice Córdova Chang** (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana indica*)” elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **GAMBOA TORRES DANIELA LISBETH**
- **GAMBOA TORRES DIANA ISABEL**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Mg. Any Berenice Córdova Chang** y como Coasesora a la **Ms. Guisela Carbajal Romero**.

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
GAMBOA TORRES DIANA ISABEL	17	BUENO

Siendo las 10:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 16 de octubre del 2025.


Dr. Augusto Castillo Calderón
Presidente


M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Secretario


Mg. Any Berenice Córdova Chang
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Diana Isabel GAMBOA TORRES
Título del ejercicio: Informe de tesis de Ingeniería Agroindustrial
Título de la entrega: Tesis_Diana y Daniela Gamboa
Nombre del archivo: TESIS_GAMBOA_19-11-2025.pdf
Tamaño del archivo: 6.2M
Total páginas: 138
Total de palabras: 30,132
Total de caracteres: 173,905
Fecha de entrega: 19-nov-2025 02:30p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2820911764

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE
BETARRAGA (*Beta vulgaris*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium
myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana*)”

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

Bach. Gamboa Torres, Daniela Lisbeth

Bach. Gamboa Torres, Diana Isabel

Asesora:

Ms. Córdova Chang, Any Bernice
DNI N°: 43775869

Código ORCID: 0000-0002-2179-0641

Nuevo Chimbote - Perú
2025

Tesis_Diana y Daniela Gamboa

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorioinstitucional.uson.mx Fuente de Internet	<1%
10	www.uniagraria.edu.co Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Dedico esta investigación, en primer lugar, a Dios, quien ha sido nuestra fuente constante de inspiración y fortaleza. Sin Su guía y apoyo, no habríamos tenido la perseverancia necesaria para avanzar en este proceso y alcanzar uno de nuestros más grandes sueños.

A mis padres, Martha Torres Ruiz y Santos Gamboa Rojas, quienes con su amor incondicional, trabajo incansable y sacrificios diarios me han acompañado a lo largo de este largo camino. Gracias a ustedes, he llegado hasta aquí. Su ejemplo ha sido el pilar que me ha permitido seguir adelante.

A mi hermana, Ruth Ariana Gamboa Torres, gracias por ser mi motivación en cada momento. Tus palabras y tu constante apoyo me han dado fuerza, y me llena de orgullo saber que me ves como tu inspiración profesional. Te quiero mucho, mi querida Ariana.

A nuestra asesora, Dra. Berenice Córdova Chang, le agradecemos profundamente por su valiosa guía y apoyo en todo este proceso. Gracias por compartir su conocimiento y contribuir al éxito de esta investigación.

Finalmente, tomo inspiración de las palabras "Plus Ultra", que me recuerdan que siempre hay un más allá, que siempre podemos esforzarnos por ser mejores. Al igual que en la vida, este trabajo refleja nuestra determinación de ir más allá de los límites, de perseguir nuestros sueños con valentía y transformar nuestros esfuerzos en logros que superen las expectativas. Sigamos avanzando, más allá de los límites, hacia nuevas metas.

Daniela Lisbeth Gamboa Torres

Diana Isabel Gamboa Torres

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a Dios, quien ha sido nuestra guía espiritual y fuente de fortaleza durante todo este camino. Su presencia nos ha iluminado y cuidado en cada paso, permitiendo que nuestros seres queridos nos acompañen y estén siempre a nuestro lado.

A nuestras familias, expresamos nuestro más sincero agradecimiento por su amor incondicional, comprensión y apoyo a lo largo de nuestra carrera universitaria. Sus palabras de aliento y su constante respaldo nos han brindado la motivación necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por creer en nosotros y por ser nuestro refugio cuando lo necesitábamos.

A nuestra asesora, Mg. Berenice Córdova Chang, nuestro más profundo reconocimiento por su paciencia, perseverancia y dedicación. Sin sus valiosos aportes profesionales y su constante guía, este trabajo no habría sido posible. Su compromiso y sabios consejos han sido parte fundamental para el éxito de esta investigación.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a nuestro crecimiento académico y personal durante esta etapa. Cada enseñanza recibida nos ha preparado para enfrentar los retos que nos esperan y para seguir avanzando, más allá de los límites, con determinación y gratitud. ¡Plus Ultra!

Daniela Lisbeth Gamboa Torres

Diana Isabel Gamboa Torres

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Betarraga.....	15
2.1.1 Generalidades	15
2.1.2 Beneficios para la salud	15
2.1.3 Composición nutricional.....	17
2.2 Arándano.....	18
2.2.1. Generalidades	18
2.2.2. Arándanos Azules.....	19
2.2.3. Beneficios para la salud	20
2.2.4. Composición nutricional.....	20
2.2.5. Conservación y Exportación.....	23
2.3 Stevia.....	24
2.3.1. Generalidades	24
2.3.2. Beneficios para la Salud	24
2.3.3. Composición Nutricional.....	25
2.4 Leche de vaca	26
2.4.1. Generalidades	26
2.4.2 Características organolépticas de la leche	28
2.4.3 Características físico – química e higiénicas	28
2.4.4 Composición y estructura	30

2.4.5	Calidad de la leche.....	32
2.4.5.2.	Factores de calidad	32
2.5.	Yogurt.....	36
2.5.1.	El tipo de yogurt	37
2.5.2.	Cualidades del Yogurt	38
2.5.3.	Yogurt Probiótico	39
2.5.4.	Fermentación del yogurt.....	40
2.5.5.	Microorganismos probióticos: <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium bifidum</i>	41
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1.	Lugar de ejecución.....	43
3.2.	Materiales e instrumentación	43
3.2.1	Materia Prima	43
3.3.	Materiales de Laboratorio	43
3.4.	Reactivos.....	44
3.4.1.	Equipos e Instrumentos.....	44
3.5.	Metodología	45
3.5.1.	Población	45
3.5.2.	Muestra	45
3.5.3.	Muestreo	45
3.5.4.	Determinación del Análisis Físico-Químico de la Materia Prima.....	45
3.5.5.	Determinación de la mejor formulación mediante el análisis proximal	47
3.5.6.	Evaluación de la Viabilidad y Actividad de los Probióticos	50
3.5.7.	Evaluación de la Aceptabilidad Sensorial	51
3.5.8.	Determinación de Análisis Microbiológico del Producto Terminado.....	51
3.5.9.	Metodología del proceso de la elaboración del yogurt probiótico	52
3.5.10.	Elaboración del Yogurt probiótico	56

3.6. Formulación del problema	59
3.6.1. Planteamiento del problema	59
3.6.2. Hipótesis	59
3.6.3. Variables.....	59
3.6.4. Operacionalización de las variables.....	60
3.7. Propuesta Experimental.....	61
3.7.1. Diseño Experimental	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1. Características físico-químico y composición proximal de la materia prima.	64
4.1.1. Características físico-químico de la materia prima	64
4.1.2. Características de la composición proximal de la materia prima	65
4.2. Evaluación de la aceptabilidad sensorial del yogurt probiótico.	67
4.2.1. Análisis estadístico de los resultados del estudio sensorial	67
4.3. Determinación de la mejor formulación en base a su valor nutricional.....	80
4.3.1. Caracterización nutricional de la muestra base (yogurt sin aditivos)	80
4.3.2. Análisis de la mejor formulación en base a su valor nutricional	81
4.3.3. Análisis fisicoquímicos: pH, acidez titulable y sólidos solubles (°Brix) de las formulaciones de yogurt probiótico.	85
4.3.4. Análisis microbiológicos del yogurt probiótico con mayor aceptación.....	86
4.4. Evaluación de la viabilidad y actividad de los microorganismos probióticos durante el almacenamiento.	88
V. CONCLUSIONES	90
VI. RECOMENDACIONES	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES	93
VIII. ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la betarraga (<i>Beta vulgaris</i>) a base de 100 gr.....	18
Tabla 2. Composición química de los arándanos (<i>Vaccinium myrtillus</i>) a base de 100 g	21
Tabla 3. Valor Nutricional de arándano a base de 100 g.....	22
Tabla 4. Composición química de la Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i>) a base de 100 g.....	25
Tabla 5. Composición química aproximada de diferentes tipos de leche.....	27
Tabla 6 . Operacionalización de variables	60
Tabla 7. Límite de cada uno de los componentes	61
Tabla 8. Formulaciones mediante el Diseño Gráfico.....	63
Tabla 9. Características fisicoquímicas de las materias primas	64
Tabla 10 Composición proximal de materias primas.	65
Tabla 11. Promedios y desviación estándar de los puntajes del análisis sensorial para cada tratamiento.....	67
Tabla 12. Análisis de varianza para el atributo color de los tratamientos de yogurt probiótico	68
Tabla 13. Prueba de Tukey HSD para el atributo “color” en las formulaciones del yogurt probiótico.	69
Tabla 14. Análisis de varianza para el atributo "olor" de los tratamientos de yogurt probiótico.....	71
Tabla 15. Prueba de Tukey HSD para el atributo “olor” en las formulaciones del yogurt probiótico.	72
Tabla 16.	74
Tabla 17. Prueba de Tukey HSD para el atributo “sabor” en las formulaciones del yogurt probiótico.	75
Tabla 18. Análisis de varianza para la aceptabilidad general de los tratamientos de yogurt probiótico.	77
Tabla 19. Prueba de Tukey HSD para el aspecto general en las formulaciones del yogurt probiótico.	78
Tabla 20 Composición nutricional del yogurt probiótico sin aditivos y conversión a 100 g.....	80
Tabla 21. Resultados del análisis nutricional del yogurt probiótico con mayor aceptación (F8) en base húmeda comparados con estudios recientes.	82
Tabla 22. Resultados de pH, acidez titulable y °Brix de las formulaciones de yogurt probiótico comparados con estudios recientes.....	85
Tabla 23. Resultados microbiológicos del yogurt probiótico con mayor aceptación	86
Tabla 24. Resultados de la viabilidad y actividad de microorganismos probióticos del yogurt.	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de la jalea de arándano.....	53
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de la jalea de betarraga.....	55
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de Yogurt Probiótico edulcorado con Stevia.	58
Figura 4. Gráfico del Diseño de Mezclas Simplex con Centroide (10 formulaciones)	62
Figura 5. Gráfico de media para el atributo "color"	70
Figura 6. Gráfico de media para el atributo "olor"	73
Figura 7. Gráfico de media para el atributo "sabor"	76
Figura 8. Gráfico de media para el aspecto general.....	79
Figura 9. Mapa de ubicación de SAT Perú.....	132
Figura 10. Logo institucional de SAT Perú.....	133
Figura 11. Correo de ingreso de muestra – SAT Perú.....	133
Figura 12. Registro de solicitud de análisis.....	133
Figura 13. Conversación por WhatsApp – Confirmación de análisis probióticos.....	134
Figura 14. Confirmación del laboratorio sobre ausencia de acreditación.....	134
Figura 15. Logo y presentación institucional de CERPER – Certificaciones del Perú S.A.	135
Figura 16. Mapa de ubicación del laboratorio CERPER en La Perla, Callao	135
Figura 17. Respuesta oficial de CERPER indicando que solo cuentan con acreditación para análisis sensoriales.....	136
Figura 18. Logo de COLECBI	137
Figura 19. Fachada del local.....	137
Figura 20. Captura del chat donde confirman lo que sí está acreditado y lo que no está acreditado	137

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Determinación de humedad de las materias primas	103
Anexos 2. Determinación de humedad de la leche.....	103
Anexos 3. Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de humedad en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 925.10).....	104
Anexos 4. Determinación de cenizas de las materias primas	104
Anexos 5. Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de cenizas en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 923.03).	105
Anexos 6. Determinación de fibra de las materias primas	105
Anexos 7. Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de fibra en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 962.09).	106
Anexos 8. Determinación de grasas de las materias primas.....	106
Anexos 9. Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de grasa en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 989.05).	107
Anexos 10. Determinación de acidez de las materias primas para el gasto	107
Anexos 11. Tabla de corridas de acidez titulable expresada en % en betarraga, arándano, leche y Stevia	108
Anexos 12. Determinación del pH de las materias primas.....	108
Anexos 13. Corridas de pH medidas con potenciómetro calibrado % en betarraga, arándano, leche y Stevia	109
Anexos 14. Selección y limpieza del arándano.	110
Anexos 15. Cocción, trituración y filtrado del arándano.....	110
Anexos 16. Endulzado de la Stevia para la jalea de arándano.	111
Anexos 17. Envasado y pesado de la jalea de arándano.....	111
Anexos 18. Selección y lavado de la betarraga	112
Anexos 19. Pelado y cortado de la betarraga	112
Anexos 20. Cocción de la jalea de betarraga.....	113
Anexos 21. Licuado y filtrado de la jalea de betarraga	113
Anexos 22. Endulzado de la Stevia para la jalea de betarraga	114
Anexos 23. Envasado y pesado de la jalea de betarraga	114
Anexos 24. Filtración de la leche	115
Anexos 25. Pasteurización de la leche	115
Anexos 26. Enfriado de la leche.....	116

Anexos 27.	Inoculación de Cultivos Probióticos.....	116
Anexos 28.	Incubación de la leche.....	117
Anexos 29.	Mezcla de las formulaciones	117
Anexos 30.	Ficha de Evaluación de la Aceptabilidad Sensorial del producto.	118
Anexos 31.	Evaluación de los panelistas para análisis sensorial.....	122
Anexos 32.	Informe del ensayo de Valor Nutricional del Yogurt Probiótico sin aditivos.....	123
Anexos 33.	Informe del ensayo de Valor Nutricional del Yogurt Probiótico	124
Anexos 34.	pH de las formulaciones	125
Anexos 35.	Análisis de la evaluación de la acidez.....	126
Anexos 36.	Pesado de las formulaciones para el gasto.	126
Anexos 37.	Dilución y adición de la fenolftaleína.	127
Anexos 38.	Adición y titulación con NaOH 0.1N.....	127
Anexos 39.	Análisis del pH después de medir la muestra con NaOH 0.1N.....	128
Anexos 40.	Análisis de °Brix del producto terminado.	129
Anexos 41.	Informe de la evaluación microbiológica del yogurt probiótico.	130
Anexos 42.	Informe de la viabilidad y actividad de microorganismos probióticos.	131

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue elaborar y evaluar un yogurt probiótico a base de betarraga (*Beta vulgaris*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*), edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*), considerando características fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y microbiológicas.

Las materias primas fueron caracterizadas fisicoquímicamente. La betarraga presentó un pH de 3.10, acidez de 15.2 % y 12 °Brix; el arándano, un pH de 6.8, acidez de 2.3 % y 10.1 °Brix; la leche de vaca, pH 6.62 ± 0.05 , humedad entre 87–91 %, acidez de 0.16 %, sólidos solubles entre 11–12 % y 3.5 ± 0.1 g/100 g de grasa; y la stevia, un pH de 5.5, acidez de 2.5 %, fibra de 7.5 g/100 g y 4.5 g/100 g de cenizas. Para la fermentación se utilizaron cultivos probióticos como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*.

Se formularon diez mezclas experimentales variando las proporciones de betarraga, arándano y stevia. La formulación F8 (45 % betarraga, 45 % arándano, 10 % stevia) fue seleccionada como óptima mediante criterios fisicoquímicos y nutricionales, registrando pH 4.43, acidez titulable de 0.84 % y 11.58 °Brix. Su perfil nutricional mostró 3.04 g/100 g de proteína, 3.15 g/100 g de grasa, 7.56 g/100 g de carbohidratos, 0.08 g/100 g de fibra cruda, 85.82 mg/100 g de calcio, 79.99 mg/100 g de sodio y 70.75 kcal/100 g.

La evaluación sensorial con 30 panelistas identificó a la formulación F8 como la de mayor preferencia general. El análisis microbiológico indicó ausencia de coliformes y mohos, y un recuento de levaduras levemente superior al límite, atribuible a las frutas. Durante el almacenamiento, *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* se mantuvieron por encima de 10^6 UFC/g, asegurando viabilidad probiótica.

Se concluye que el producto desarrollado constituye una alternativa funcional, natural y segura, con adecuada aceptación sensorial y valor nutricional para el consumidor.

Palabras clave: Yogurt probiótico, betarraga, arándano, leche de vaca, viabilidad probiótica.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop and evaluate a probiotic yogurt based on beetroot (*Beta vulgaris*) and blueberry (*Vaccinium myrtillus*), sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana*), considering physicochemical, nutritional, sensory, and microbiological characteristics.

The raw materials were physicochemically characterized. Beetroot showed a pH of 3.10, acidity of 15.2%, and 12 °Brix; blueberry presented a pH of 6.8, acidity of 2.3%, and 10.1 °Brix; cow's milk had a pH of 6.62 ± 0.05 , moisture content between 87–91%, acidity of 0.16%, soluble solids between 11–12%, and 3.5 ± 0.1 g/100 g of fat; while stevia had a pH of 5.5, acidity of 2.5%, 7.5 g/100 g of fiber, and 4.5 g/100 g of ash. Probiotic cultures such as *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* were used for fermentation.

Ten experimental formulations were developed by varying the proportions of beetroot, blueberry, and stevia. Formulation F8 (45% beetroot, 45% blueberry, 10% stevia) was selected as optimal based on physicochemical and nutritional criteria, with a pH of 4.43, titratable acidity of 0.84%, and 11.58 °Brix. Its nutritional profile showed 3.04 g/100 g of protein, 3.15 g/100 g of fat, 7.56 g/100 g of carbohydrates, 0.08 g/100 g of crude fiber, 85.82 mg/100 g of calcium, 79.99 mg/100 g of sodium, and 70.75 kcal/100 g.

The sensory evaluation with 30 panelists identified formulation F8 as the most preferred overall. Microbiological analysis showed absence of coliforms and molds, and a slightly elevated yeast count, attributable to the presence of fruit. During storage, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* remained above 10^6 CFU/g, ensuring probiotic viability.

In conclusion, the product developed represents a functional, natural, and safe alternative, with appropriate sensory acceptance and nutritional value for consumers.

Keywords: Probiotic yogurt, beetroot, blueberry, cow's milk, probiotic viability.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la alimentación en nuestro país ha sufrido grandes cambios que nos lleva a cuestionarnos sobre qué tipo de vida saludable estamos llevando y cuáles son los problemas de salud pública que afronta nuestra comunidad. En Perú, la anemia ha incrementado de manera alarmante entre los niños menores de cinco años y las mujeres de la tercera edad, principalmente como resultado de una alimentación inadecuada y la falta de calcio en la dieta diaria, sumado a una disminución en el consumo de frutas, verduras, legumbres y cereales. Por este motivo, se pretendió a elaborar un yogurt probiótico a base de betarraga y arándano, endulzado con Stevia, el cual ofrece múltiples beneficios para la salud y cuenta con un alto valor nutricional ([Olazabal y Olazabal, 2019](#)).

A pesar de sus beneficios nutricionales poco conocidos, la betarraga ha sido una hortaliza con escaso protagonismo en la elaboración de productos agroindustriales. Entre sus aportes se destaca su riqueza en potasio y ácido ascórbico, el cual contribuye a la estabilización de los productos que contienen betanina, incluso en procesos largos y exigentes como el horneado. Por ello, se considera que la betarraga debería ser mejor aprovechada en la producción dentro del mercado peruano ([Alzamoras, 2024](#)).

Por otro lado, el arándano es una fuente importante de vitamina C, fibra, potasio y antioxidantes, elementos que refuerzan el sistema inmunológico de quienes lo consumen ([Colorado, 2024](#)). Estas propiedades lo convierten en un ingrediente ideal para la producción de yogurt probiótico, un alimento nutritivo, asequible y ampliamente disponible en los mercados.

El yogurt nos ayuda digerir los nutrientes que nos provee, es por ello, que se digiere más rápido que la leche, ya sean de bacterias probióticas que ayudan a regenerar la flora intestinal evitando males digestivos. El yogurt contiene una gran cantidad de ácido láctico que tiene un papel importante y probiótico en el organismo. El consumo del yogurt crece cada día más a nivel mundial a causa de sus propiedades nutricionales como el calcio y bacterias benéficas para el sistema digestivo ([Ibañez, 2019](#)). Por otro lado, el consumo de alimentos lácteos que no incluyan edulcorantes artificiales o azúcares es preferible para reducir la anemia y otros tipos de enfermedades como la diabetes ([Olazabal y Olazabal, 2019](#)).

El yogurt probiótico ha ganado popularidad en los últimos años debido a los numerosos beneficios que ofrece para la salud, especialmente por su capacidad para mejorar el microbiota intestinal. Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se consumen en cantidades

adecuadas, proporcionan efectos positivos sobre el sistema digestivo, mejorando el equilibrio de las bacterias en el intestino y ayudando a prevenir problemas digestivos como el síndrome del intestino irritable, la diarrea o el estreñimiento (Lozada., 2020). Además, varios estudios recientes han demostrado que los probióticos presentes en el yogurt, como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, pueden reforzar la función inmunológica, reducir la inflamación y proteger al organismo contra infecciones gastrointestinales, lo que resalta su importancia como un alimento funcional clave (Maximo y Serquen, 2020).

El consumo de productos probióticos, como el yogurt, también está relacionado con la prevención de enfermedades metabólicas, como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. Se ha observado que los probióticos pueden influir en la regulación de los niveles de glucosa en sangre y mejorar la sensibilidad a la insulina, lo cual es crucial para el control de estas afecciones (Alzamoras., 2024). Además, la incorporación de alimentos probióticos en la dieta contribuye al fortalecimiento de la barrera intestinal y a la reducción de la permeabilidad intestinal, lo que puede prevenir la entrada de toxinas y bacterias patógenas al torrente sanguíneo, protegiendo así la salud general del individuo (Espinoza, 2022). Estos beneficios refuerzan la importancia de desarrollar productos como el yogurt probiótico de betarraga y arándano, que no solo ofrecen valor nutricional, sino también mejoras sustanciales en la salud digestiva y metabólica.

Este trabajo tiene como objetivo elaborar un yogurt probiótico de Betarraga y Arándano, edulcorado con Stevia, que cumpla con las mejores características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales, logrando una alta aceptabilidad general. Los objetivos específicos incluyen realizar el análisis físico-químico de la materia prima, evaluar la aceptabilidad sensorial del yogurt probiótico mediante pruebas de degustación con un panel de consumidores, determinar la mejor formulación para el yogurt probiótico de betarraga y arándano, edulcorado con Stevia en base a su valor nutricional. Además, se busca evaluar la viabilidad y actividad de los microorganismos probióticos en la formulación del yogurt durante el almacenamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Betarraga

2.1.1 Generalidades

La betarraga (*Beta vulgaris*) es una planta originaria del Mediterráneo y ha sido usada desde la antigüedad para fines medicinales y alimenticios ([Acosta, 2020](#)). Es un vegetal proveniente de la familia *Amaranthaceae*, en Perú y Chile se le conoce como betarraga, en los países de Argentina, Cuba y España se conoce remolacha, por otro lado, en México se le conoce como betabel ([Gómez et al., 2022](#)).

Es una planta que se cosecha dos veces al año con un ciclo de vida bianual, se caracteriza por tener una raíz en forma de nabo y una roseta de hojas, tiene un tallo ramificado de color rojo oscuro y que puede alcanzar hasta un metro de altura aproximadamente ([Bravo y Miranda, 2020](#)), su bulbo es de color rojo opaco y algunas veces puede presentar círculos concéntricos de color blanco, asimismo, esta planta contiene una gran cantidad de sacarosa que puede ser beneficioso para la salud ([De la Cruz y Ninanya, 2021](#)).

La betarraga contiene ácido fólico, interviniendo en la producción de glóbulos rojos y blancos y formando los anticuerpos que se necesita en el sistema inmunológico de cada organismo ([Cueva y Jacinto, 2020](#)). La betarraga es de sabor dulce, porque en su raíz se almacena una diversidad de azúcares, su textura es fresca jugosa y carnosa, creciendo de acuerdo a los diferentes tipos de clima ([Córdova y Tarazona, 2020](#)).

La raíz que está en forma de tubérculo y las hojas pueden también ser usados en diferentes maneras para la dieta diaria como jugos, sopas o ensaladas, también se pueden consumir frescas como cocidas ([Gómez et al., 2022](#)).

2.1.2 Beneficios para la salud

La betarraga tiene un gran valor nutritivo a diferencias de otros productos, generalmente contiene 65,7° de agua; hidratos de carbono, 1g, proteínas, 0, grasas, 1 fibra soluble, compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, antioxidantes) y sales de nitrato, además de minerales como potasio 312 mg/100 g, fósforo 31 mg/100 g, calcio 11 mg/100 g ([Fuentes et al., 2018](#)). Sin embargo, las concentraciones de estos elementos tienden a diferenciarse debido a muchos factores, como por ejemplo las variedades de plantas, factores ambientales, etc. ([García y Alejandro, 2021](#)).

Según [Fuentes et al., \(2018\)](#) la betarraga es una excelente fuente de ácido fólico, así como de vitamina C y potasio. Concretamente 100 g cubren la tercera parte de las necesidades diarias de ácido fólico de un adulto, la sexta de las de vitamina C y el 8% de las de potasio y magnesio. También contiene una cantidad apreciable de fósforo y apenas aporta calorías. Otros nutrientes que se encuentran en cantidades no desdeñables son las vitaminas B1, B2, B3 y B6, y los minerales hierro y yodo. Todos los nutrientes, especialmente el hierro, se asimilan mejor cuando la betarraga se toma en forma de jugo ([Cabrera et al, 2018](#)).

También destaca por su contenido de folato, una vitamina del grupo B. El folato es importante para el desarrollo normal de las células. Se ha comprobado que un consumo de folato elevado es importante para un embarazo sano, a la vez que ayuda a proteger contra las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. La betarraga es una rica fuente de polifenoles, sus valores fluctúan entre 218.00 mg.kg-1 y 887.75 mg.kg-1 según variedad botánica ([Fuentes et al., 2018](#)). Estudios específicos en betarraga son escasos, sin embargo, un estudio experimental en ratones observó un efecto inmuno-estimulante frente al consumo de betarraga ([Curo y Montenegro, 2018](#)).

Las betarragas son ricas en antocianinas, también se clasifican como compuestos bioactivos, estos compuestos corresponden a pigmentos vegetales solubles en agua que se encuentran en muchas frutas y verduras con una gama de colores que van desde el rojo brillante hasta el púrpura y el verde oscuro ([Mejía, 2020](#)). Estos efectos terapéuticos son conocidos, entre ellos la reducción de la enfermedad coronaria, anticancerígeno, antitumoral, antiinflamatorio, antidiabético, mejora de la visión y el comportamiento cognitivo, estos efectos están relacionados con la actividad antioxidante. El contenido total de antocianinas de la betarraga aproximadamente fluctúa entre 14.48 ± 0.40 mg.kg-1 a 84.50 ± 4.71 mg.kg-1 dependiendo la variedad botánica ([Bravo y Miranda, 2021](#)).

La betarraga tiene un alto índice de hierro, en muchos casos ayuda a las mujeres durante su embarazo ya que cumple con los requerimientos totales de hierro con cerca de 1000 mg. (500 mg Materno, 300 mg Fetal y placenta, 200 mg Pérdidas (int., renal, piel), el cual constituye cerca de un 50% del hierro total de una mujer adulta no gestante. Dichos requerimientos son mayores durante el segundo y tercer trimestre de la gestación ([Curo y Montenegro, 2018](#)).

Además, contiene cierto porcentaje de vitamina A, B2, y C, como alimento nutritivo puede equipararse a unas dos terceras partes del forraje de hierba de prado y sus componentes ([Alejandro y García, 2021](#)). Resumiendo, la betarraga es un buen alimento de cebo y un mal alimento para el crecimiento.

2.1.3 Composición nutricional

La betarraga (*Beta vulgaris*) es una planta que ha sido utilizada para fines médicos y alimentarios ([Acosta, 2020](#)). Es una planta herbácea de la familia del *Amaranthaceae*, cultivada para la elaboración del vino como aditivo al vinagre por su dulzor característico desde la Edad Media. En la actualidad se cultiva por sus raíces, hojas y semillas, es usado como azúcar para algunos productos agroindustriales, usado para forraje y habitualmente para consumo de mesa ([Ludeña, 2022](#)).

Estas sustancias producen una gran cantidad número de moléculas que tienen potencial inmunoestimulador y antimicrobiano en humanos. Estos metabolitos incluyen flavonoides, indoles, fitoesteroles, polisacáridos, sesquiterpenos, alcaloides, glucanos, taninos, entre otros ([Mercado, 2020](#)).

La betarraga tiene un gran valor nutritivo a diferencias de otros productos, generalmente contiene 65,7° de agua; hidratos de carbono, 1g, proteínas, 0, grasas, 1 fibra soluble, compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, antioxidantes) y sales de nitrato, además de minerales como potasio 312 mg/100 g, fósforo 31 mg/100 g, calcio 11 mg/100 g ([Fuentes et al., 2018](#)). Sin embargo, las concentraciones de estos elementos tienden a diferenciarse debido a muchos factores, como por ejemplo las variedades de plantas, factores ambientales, etc. ([Alejandro y García, 2021](#)).

Según [Fuentes et al., \(2018\)](#) la betarraga es una excelente fuente de ácido fólico, así como de vitamina C y potasio. Concretamente 100 g cubren la tercera parte de las necesidades diarias de ácido fólico de un adulto, la sexta de las de vitamina C y el 8% de las de potasio y magnesio. También contiene una cantidad apreciable de fósforo y apenas aporta calorías. Otros nutrientes que se encuentran en cantidades no desdeñables son las vitaminas B1, B2, B3 y B6, y los minerales hierro y yodo. Todos los nutrientes, especialmente el hierro, se asimilan mejor cuando la betarraga se toma en forma de jugo ([Ludeña, 2022](#)).

Tabla 1.*Composición química de la betarraga (Beta vulgaris) a base de 100 gr*

Nutrientes	Contenido
Calorías	45.00 Kcal
Humedad	87.85 g.
Proteínas	1.93 g.
Grasas	0.10 g.
Carbohidratos	7.99 g.
Fibra	2.14 g.
Cenizas	2.23 g.
Calcio	23 mg.
Hierro	0.85 mg.
Fósforo	66 mg.
Vitamina A	3.17 ug.
Tiamina	0.02 mg.
Riboflavina	0.03 mg.
Niacina	0.05 mg.
Ácido ascórbico	7.50 mg.

Nota: Datos adaptados de Alejandro y García (2021).

2.2 Arándano

2.2.1. Generalidades

El arándano (*Vaccinium myrtillus*) es una fruta nativa de regiones frías y montañosas de Europa y América del Norte. Esta planta, que pertenece a la familia *Ericaceae*, es conocida por sus pequeños frutos de color azul oscuro, altamente valorados por su contenido en antioxidantes y otros compuestos bioactivos beneficiosos para la salud (Alejandro y García, 2021). En Perú y otros países de América Latina, el arándano ha ganado popularidad en las últimas décadas por sus aplicaciones tanto en la industria alimentaria como en la nutraceutica, especialmente por su alto contenido en antocianinas, que contribuyen a la reducción del estrés oxidativo en el organismo (López, 2020).

El cultivo de arándanos es relativamente reciente en algunas zonas de América Latina, sin embargo, su adaptabilidad a diferentes tipos de clima lo ha convertido en un recurso de interés

para pequeños y grandes productores. Según Alzamoras (2024), el arándano también se ha utilizado en la elaboración de productos alimentarios como mermeladas, donde se resalta su capacidad para ser endulzado de manera natural con edulcorantes como la Stevia, contribuyendo así al desarrollo de productos bajos en calorías.

Además de su valor nutricional, el arándano es apreciado por sus propiedades antioxidantes, las cuales se han estudiado en diversos alimentos procesados. La inclusión de arándano en productos como el yogurt ha demostrado mejorar tanto la aceptabilidad sensorial como el perfil nutricional de estos, aportando no solo sabor, sino también beneficios para la salud, como la mejora de la actividad antioxidante (Alejandro y García, 2021).

2.2.2. Arándanos Azules

Los arándanos azules (*Vaccinium corymbosum*) destacan no solo por su llamativo color, sino también por sus múltiples propiedades nutritivas. Alzamoras (2024) resalta que esta variedad es particularmente apreciada en la industria alimentaria debido a su contenido en fibra y su bajo índice glucémico, lo que lo convierte en un ingrediente ideal en productos procesados y dietas bajas en calorías. Además, los arándanos azules son ricos en vitaminas C y K, fundamentales para el sistema inmunológico y la coagulación sanguínea (Freire *et al.*, 2023).

Este tipo de arándano se ha vuelto especialmente relevante en la elaboración de productos saludables, como yogures y mermeladas, ya que su sabor ligeramente dulce y ácido equilibra las formulaciones que buscan reducir el uso de azúcares añadidos (López, 2020). Mejía Gonzáles (2023) también menciona que los arándanos azules, cuando se combinan con otros ingredientes funcionales como la Stevia, potencian los beneficios nutricionales de productos lácteos fermentados, contribuyendo a mejorar su perfil antioxidante y aceptabilidad sensorial.

La producción de arándanos azules ha incrementado considerablemente en los últimos años debido a la creciente demanda de alimentos funcionales y saludables. Esta tendencia ha sido impulsada por estudios que destacan el rol de los arándanos en la prevención de enfermedades crónicas. López (2020) señala que, gracias a su contenido de compuestos fenólicos, los arándanos azules tienen una alta capacidad antioxidante, lo cual ha despertado el interés en su uso en productos lácteos, como el yogurt, para mejorar no solo el sabor sino también el valor nutricional.

2.2.3. Beneficios para la salud

El consumo regular de arándanos, en particular de los arándanos azules, está asociado con una serie de beneficios para la salud cardiovascular. [Alejandro y García \(2021\)](#) destacan que los flavonoides presentes en los arándanos ayudan a reducir la presión arterial y mejorar la elasticidad de los vasos sanguíneos, factores clave para combatir varios tipos de enfermedades como la hipertensión y la arteriosclerosis. [Freire *et al.* \(2023\)](#) también refuerzan esta afirmación, señalando que los antioxidantes naturales de los arándanos ayudan a disminuir el riesgo de infartos y otras complicaciones cardiovasculares. Además, diversos estudios han demostrado que los arándanos ejercen efectos beneficiosos sobre la salud neurológica. [López \(2020\)](#) reporta que el consumo de arándanos está vinculado a la mejora de las funciones cognitivas, sobre todo en adultos mayores, gracias a sus propiedades antioxidantes que protegen las células neuronales del daño oxidativo. Este efecto neuro protector también ha sido respaldado por [Alzamoras \(2024\)](#), quien subraya que las antocianinas presentes en los arándanos favorecen la preservación de la memoria y la prevención de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer.

En cuanto a la salud ocular, los arándanos aportan una protección significativa contra enfermedades relacionadas con la edad. Según [Bravo y Miranda \(2020\)](#), los carotenoides y las vitaminas presentes en los arándanos azules actúan como barreras naturales que ayudan a prevenir el deterioro ocasionado por los radicales libres, contribuyendo a la prevención de cataratas y degeneración macular. [Mejía \(2023\)](#) también destaca que los arándanos ayudan a reducir la fatiga visual, especialmente en personas que pasan largos periodos expuestos a pantallas electrónicas.

Finalmente, otro beneficio clave es su efecto en la regulación de la glucosa en sangre. [Alejandro y García \(2021\)](#) y [Mejía \(2023\)](#) coinciden en que los arándanos mejoran la sensibilidad a la insulina, siendo beneficiosos para personas con diabetes tipo 2. Este efecto se atribuye a su alta concentración de polifenoles, que actúan reduciendo la inflamación crónica y mejorando el metabolismo de los carbohidratos.

2.2.4. Composición nutricional

El arándano se caracteriza por ser una excelente fuente de vitamina C, potasio y fibra dietética. [López \(2020\)](#) menciona que el contenido de vitamina C en el arándano alcanza los 9.7 mg por

cada 100 g, lo que lo convierte en un aliado importante para el fortalecimiento del sistema inmunológico.

En cuanto a su contenido mineral, el arándano es una fuente significativa de manganeso, un micronutriente esencial para la salud ósea y el metabolismo de los carbohidratos. Asimismo, el arándano contiene cantidades apreciables de vitamina K, importante para la coagulación sanguínea, y de vitamina E, un potente antioxidante natural que protege las células del daño oxidativo (Rojas, 2023). Tanto las vitaminas como las antocianinas actúan conjuntamente en la reducción de la inflamación y en la mejora del funcionamiento del sistema cardiovascular.

De acuerdo con los estudios, el contenido de humedad en los arándanos alcanzó un 81,5%. En cuanto a la acidez total, se registró un valor de 1157,03 mg por cada 100 gramos de fruta fresca, expresado en miligramos de ácido cítrico. A continuación, se presenta la tabla con la composición química de los arándanos basada en 100 gramos de la fruta:

Tabla 2.
Composición química de los arándanos (Vaccinium myrtillus) a base de 100 g

Nutrientes	Contenido
Energía	57.00 Kcal
Humedad	84.21 g.
Proteínas	0.74 g.
Grasas	0.33 g.
Carbohidratos	14.49 g.
Fibra	2.4 g.
Calcio	6 mg.
Hierro	0.28 mg.
Fósforo	12 mg.
Vitamina C	9.7 mg.
Vitamina K	19.3 ug.
Manganeso	0.34 mg.
Potasio	77 mg.

Nota: Datos adaptados de Alejandro y García (2021), López (2020) y Alzamora (2024).

Tabla 3.*Valor Nutricional de arándano a base de 100 g*

Datos del valor nutricional basada en una porción de 100gr		
	CANTIDAD COMPONENTES	MÍNIMO - MÁXIMO
Agua	84 g	80 – 86 .8 g
Proteínas	0.87 g	0.6 – 1.10 g
Lípidos	0.33 g	0.2 – 0.5 g
Ácido graso saturado	0.028 g	
Glúcidos	10.6 g	
Azúcar	9.9 g	7.6 – 12 g
Fibras	2.4 g	2.3 – 2.8 g
Ácidos orgánicos	1.37 g	
Energía	57 kcal	
VITAMINAS		
Provitamina A Beta-caroteno	32ug	14 – 88 ug
Vitamina A	5.3 ug	2.2 – 14.8 ug
Vitamina B1	0.04 mg	0.02 – 0.07 mg
Vitamina B2	0.04 mg	0.02 – 0.06 mg
Vitamina B3	0.42 mg	0.22 – 0.87 mg
Vitamina B5	0.12 mg	0.06 – 0.16 mg
Vitamina B6	0.05 mg	0.024 – 0.08 mg
Vitamina B9	6 ug	3- 11 ug
Vitamina C	9.7 mg	7.4 – 11.5 mg
Vitamina E	0.57 mg	0.4 – 1mg
MINERALES Y OLIGO- ELEMENTOS		
Cobre	0.05 mg	0.015 – 0.09 mg
Hierro	0.28 mg	0.11 – 0.41 mg
Yodado	0.5 ug	
Magnesio	6 mg	5 – 7 mg
Manganeso	0.34 mg	0.16 – 0.43 mg
Sodio	1 mg	
Zinc	0.16 mg	0.1 – 0.28 mg
Ácidos fenólicos	2.9 mg	
Flavonoides	1.27 mg	
Estilbeno	0.67 mg	
Polyfenol total	4.8 mg	

Nota: Datos adaptados de Lozada (2020).

2.2.5. Conservación y Exportación

El arándano (*Vaccinium myrtillus*), debido a su alta sensibilidad al deterioro, requiere cuidados específicos para su conservación, sobre todo en el contexto de la exportación. Estudios de [Díaz y Villa \(2021\)](#) señalan que la conservación en frío es la técnica más utilizada para mantener la calidad de los arándanos, donde se recomienda almacenarlos a temperaturas cercanas a los 0 °C para minimizar la actividad enzimática y microbiana. Este tipo de conservación es fundamental para los arándanos destinados a exportación, ya que el tiempo de transporte puede afectar su calidad final.

Otra técnica eficaz es la aplicación de atmósferas controladas, donde se ajustan los niveles de gases como oxígeno y dióxido de carbono en los empaques para reducir la tasa de respiración de la fruta, lo que extiende su vida útil. [Freire et al. \(2023\)](#) destacan que el uso de estas tecnologías ha permitido a los productores mantener los arándanos frescos durante periodos más largos, lo cual es crucial para llegar a mercados lejanos con frutas en buen estado.

En términos de exportación, el arándano ha alcanzado un lugar destacado en el comercio internacional, debido a su creciente demanda en países como Estados Unidos, Japón y Europa. [Mejía \(2020\)](#) reporta que el aumento en la demanda de productos saludables y ricos en antioxidantes ha impulsado la expansión de la producción y exportación de arándanos en países de América Latina. Entre estos, Perú destaca entre ellos al haberse convertido en uno de los principales exportadores globales de arándanos, favorecido por un clima altamente adecuado para su cultivo y la adopción de tecnologías de conservación postcosecha que garantizan la calidad del producto exportado.

Sin embargo, uno de los principales retos en la exportación de arándanos es la logística, particularmente el mantenimiento de la cadena de frío durante todo el proceso de transporte. Según [Hernández y Murillo \(2023\)](#), cualquier ruptura en la cadena de frío puede acelerar el proceso de descomposición de los arándanos, lo que reduce su vida útil y afecta su presentación en los mercados internacionales. Para superar estos desafíos, se están implementando mejoras en los sistemas de transporte refrigerado y en la gestión logística para garantizar que la fruta llegue en óptimas condiciones.

2.3 Stevia

2.3.1. Generalidades

La Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) es una planta originaria de América del Sur, particularmente de las regiones fronterizas entre Paraguay y Brasil. Es conocida principalmente por su capacidad de producir compuestos edulcorantes naturales, denominados glucósidos de esteviol, que son entre 200 y 300 veces más dulces que el azúcar de caña o betarraga (Freire *et al.*, 2023). Estos compuestos se extraen de las hojas de la planta y se han utilizado como edulcorantes naturales durante siglos por las poblaciones indígenas. En la actualidad, la Stevia ha ganado popularidad mundial como una alternativa saludable al azúcar, particularmente en el sector alimentario, donde se usa variados productos bajos en calorías y aptos para personas con diabetes o que siguen dietas bajas en carbohidratos (Ravelo Díaz, 2024).

La producción comercial de Stevia se ha expandido considerablemente en los últimos años debido a la creciente demanda de edulcorantes naturales en lugar de azúcares refinados y edulcorantes artificiales. La planta se adapta bien a diversas condiciones climáticas, lo que ha permitido su cultivo en varios países, incluidos China, Japón y América Latina (Hidalgo, 2017). Su versatilidad como edulcorante y sus beneficios potenciales para la salud la han convertido en un ingrediente clave en la formulación de productos alimenticios saludables.

2.3.2. Beneficios para la Salud

Los beneficios para la salud asociados con la Stevia han sido ampliamente documentados, en particular su influencia en el control de la glucemia. A diferencia del azúcar común, los glucósidos de esteviol presentes en esta planta no incrementan los niveles de glucosa sanguínea, convirtiéndola en una opción adecuada para individuos con diabetes (Freire *et al.*, 2023). Mejía (2023) también destaca que la Stevia tiene un índice glucémico de cero, lo que la hace adecuada para personas que buscan controlar su peso o prevenir picos de insulina.

Además de sus propiedades como edulcorante, la Stevia posee efectos antioxidantes y antiinflamatorios que contribuyen a la protección contra enfermedades crónicas. Estudios recientes han demostrado que los compuestos presentes en la Stevia pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorar la función hepática (Ravelo, 2024). También se ha observado que el consumo regular de Stevia puede tener un efecto positivo en la

reducción de la presión arterial en personas con hipertensión leve, debido a sus propiedades vasodilatadoras (Freire *et al.*, 2023).

2.3.3. Composición Nutricional

La Stevia es conocida por su bajo contenido calórico y su perfil nutricional único. Las hojas de Stevia contienen una variedad de compuestos bioactivos, siendo los glucósidos de esteviol los más importantes desde el punto de vista comercial. Estos glucósidos incluyen esteviósido y rebaudiósido A, que son responsables de su dulzor (Ravelo, 2024). Además, la Stevia aporta niveles modestos de fibra dietaria, que interviene de manera positiva en la salud gastrointestinal, junto con compuestos antioxidantes, entre ellos flavonoides y taninos, que participan en la disminución del estrés oxidativo del cuerpo. (Hernández y Murillo, 2023).

A continuación, se presenta la tabla con la composición química de la Stevia, basada en 100 gramos de hojas secas:

Tabla 4.
Composición química de la Stevia (Stevia rebaudiana) a base de 100 g

Nutrientes	Contenido
Valor Calórico	0 kcal
Glucósidos de esteviol	10 – 12 g.
Fibra dietética	2 – 3 g.
Antioxidantes	500 – 700 mg.
Proteínas	0.5 – 0.7 mg
Minerales (Calcio, Potasio)	100 – 120 mg.

Nota: Datos adaptados de Ravelo (2024); Hernández y Murillo (2023).

2.4 Leche de vaca

2.4.1. Generalidades

La leche es un alimento esencial en la dieta humana debido a su alto valor nutricional y a la variedad de productos derivados que se pueden obtener a partir de ella. Este líquido es producido por las glándulas mamarias de los mamíferos y es una fuente rica en macronutrientes como proteínas, grasas, y carbohidratos, así como en micronutrientes esenciales como el calcio, fósforo y vitaminas A y D, fundamentales para el crecimiento y mantenimiento de huesos y dientes ([Acosta, 2020](#)).

En diferentes regiones, la producción y consumo de leche varían según factores como la especie animal de origen, las condiciones climáticas y las costumbres alimenticias locales. En países como Perú, la leche de vaca es la más consumida, mientras que en otras regiones también se valora la leche de cabra o incluso de alpaca, especialmente en zonas altoandinas ([Alejandro y García, 2021](#)). Esta diversidad en la producción lechera ha permitido la creación de productos innovadores, como yogures, quesos y leches vegetales, que también han ganado popularidad debido a su valor nutricional y versatilidad en la cocina ([Bravo y Miranda, 2020](#); [Antenucci et al., 2019](#)).

Además, la leche presenta propiedades funcionales importantes, como su capacidad para mejorar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes, y se ha utilizado como base en productos fermentados, como el yogurt, que promueven la salud digestiva gracias a la presencia de bacterias probióticas ([Cueva y Jacinto, 2020](#)). También se ha trabajado en la mejora de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de productos lácteos a través de la combinación con frutas o ingredientes funcionales, como la stevia, que ha sido utilizada como edulcorante natural en yogures ([López, 2020](#); [Rojas, 2023](#)).

Desde el punto de vista tecnológico, la leche de vaca representa una matriz ideal para el desarrollo de productos fermentados con cultivos probióticos. Está compuesta mayoritariamente por agua (87–89 %), seguida de lactosa (4.7–5.0 %), proteínas (3.0–3.5 %), grasas (3.2–3.9 %), minerales (como calcio y fósforo), y vitaminas del complejo B. ([FAO, 2019](#))

La lactosa, en particular, es el principal carbohidrato de la leche y constituye el sustrato fundamental para el metabolismo de bacterias ácido-lácticas y probióticos como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*. Durante el proceso de

fermentación, estos microorganismos transforman la lactosa en ácido láctico, lo que reduce el pH del producto, mejora su conservación y contribuye a su funcionalidad. Esta composición química permite preservar la viabilidad probiótica, a la vez que mejora la calidad sensorial y nutricional del yogurt final.

Para comprender la idoneidad de la leche de vaca como medio fermentativo, se presenta a continuación una comparación general de su composición química frente a otros tipos de leche. Esta información permite observar el balance nutricional de la leche de vaca y, en particular, su contenido de lactosa, que actúa como sustrato para el desarrollo de cultivos probióticos.

Tabla 5.

Composición química aproximada de diferentes tipos de leche

Componente	Leche de vaca	Leche de cabra	Leche de oveja	Leche humana
Agua (g)	87.0	86.7	82.0	88.0
Energía (kcal)	66	69	95	68
Proteínas (g)	3.3	3.1	5.5	1.0
Grasas (g)	3.5	4.1	6.5	4.0
Lactosa (g)	4.8	4.1	4.8	7.0
Calcio (mg)	120	130	170	34
Fósforo (mg)	95	105	115	15
Vitamina A (µg)	46	57	72	60
Vitamina D (µg)	0.1	0.3	0.6	0.3

Nota. FAO (2019) y GoConqr (2020).

En resumen, la leche de vaca no solo aporta un perfil nutricional completo, sino que también ofrece una matriz óptima para la fermentación probiótica, gracias a su contenido equilibrado de lactosa, proteínas y minerales. Estas características la convierten en un insumo clave en el desarrollo de alimentos funcionales como el yogurt probiótico.

2.4.2 Características organolépticas de la leche:

Las características organolépticas de la leche, como su sabor, olor, color y textura, son factores esenciales que determinan la aceptación por parte de los consumidores. El sabor de la leche, generalmente suave y ligeramente dulce, se debe a la lactosa, el principal carbohidrato presente en este alimento. No obstante, el tratamiento térmico, como la pasteurización, puede modificar su sabor y aroma, intensificando ciertas notas ([Antenucci et al., 2019](#)).

El color blanco característico de la leche se debe a la dispersión de la luz a través de las partículas de grasa y proteínas, principalmente las micelas de caseína. Este tono puede variar dependiendo del contenido de grasa y la alimentación del animal, influyendo en la calidad visual del producto ([Alzamoras, 2024](#)). Además, la leche fresca debe tener un aroma neutro, sin presencia de olores desagradables, los cuales pueden ser indicativos de deterioro o contaminación ([Espinoza, 2022](#)).

La textura de la leche es otra característica importante, que está relacionada con su contenido de grasa y proteínas. Una mayor proporción de grasa aporta una textura más cremosa, mientras que la leche desnatada presenta una consistencia más ligera y acuosa ([Mejía, 2023](#)). Estas propiedades organolépticas son cruciales para su uso en la elaboración de productos derivados, como el yogurt, donde la calidad inicial de la leche tiene un impacto directo en las propiedades sensoriales del producto final ([Hernández y Murillo, 2023](#)).

2.4.3 Características físico – química e higiénicas

A. Acidez de la leche

La acidez es uno de los parámetros más comúnmente evaluados en la industria láctea, siendo una determinación analítica de gran relevancia. Este factor se mantiene relativamente constante en la leche, y cualquier incremento en los niveles de acidez puede indicar la presencia de alguna anormalidad en el producto. Debido a que la elaboración de distintos productos lácteos requiere regular la acidez, resulta esencial entender los factores que determinan este parámetro. En condiciones habituales, el pH de la leche varía entre 6.2 y 6.8, situándose generalmente entre 6.4 y 6.6. Cabe mencionar que el calostro, la primera leche producida por las vacas después del parto, tiene un pH más bajo que la leche madura, mientras que la leche producida al final de la

lactancia o por vacas enfermas suele tener un pH más elevado, cercano al de la sangre (Carrillo y Gamboa, 2018).

La acidez total de la leche, expresada en porcentaje de ácido láctico, puede variar entre 0.10% y 0.30%, siendo lo más habitual encontrar valores entre 0.14% y 0.17%. Los componentes de la leche que contribuyen a esta acidez son los fosfatos, que representan un 0.09%, y la caseína, cuya concentración varía entre 0.05% y 0.08% (Rodríguez, 2019).

El crecimiento de bacterias lácticas en la leche provoca la fermentación de la lactosa, generando principalmente ácido láctico, lo que se conoce como acidez desarrollada. Este tipo de acidez puede causar la desestabilización de las proteínas lácteas, y en algunos procesos de producción láctea, como en la elaboración de yogurt, se fomenta de manera controlada para obtener los resultados deseados (De la Cruz y Ninanya, 2021).

B. Densidad

La densidad de la leche es otro indicador clave de su composición y calidad. Se mide generalmente a 15°C y en algunos casos 20°C, y para la leche de vaca, oscila entre 1.028 y 1.034 g/cm³. Un valor fuera de este rango puede indicar la adulteración del producto, ya sea por dilución o por la adición de sustancias ajenas a su composición natural (Antenucci *et al.*, 2019). La densidad está relacionada con el contenido de sólidos, particularmente proteínas, grasas y lactosa, los cuales influyen en la textura y consistencia del yogurt (Ludeña, 2022). Un control adecuado de la densidad es fundamental en los procesos industriales para asegurar la calidad del producto final.

C. Recuento de células somáticas

El RCS, o recuento de células somáticas, se emplea como un parámetro fundamental para determinar tanto la condición de la glándula mamaria como la calidad higiénica del producto lácteo. Un bajo recuento de células somáticas indica que las ubres de la vaca están sanas, mientras que un recuento elevado suele estar relacionado con infecciones como la mastitis, que no solo compromete la salud del animal, sino también la calidad del producto lácteo (Gutiérrez *et al.*, 2021). La mastitis es una inflamación de la glándula mamaria que provoca un incremento en el número de leucocitos, especialmente neutrófilos, lo que resulta en una leche de menor calidad debido a la alteración de sus propiedades físico-químicas. Esto afecta directamente la producción de yogurt, ya que la leche con alto recuento de células somáticas puede presentar defectos durante la

fermentación, generando productos con textura y sabor no deseados ([Espinoza, 2022](#)). Para controlar estos riesgos, las normativas de calidad en la industria láctea estipulan límites máximos de células somáticas permitidas en la leche, normalmente por debajo de las 200,000 células/mL.

2.4.4 Composición y estructura

La leche es un sistema complejo debido tanto a la diversidad de sus componentes como a su estructura física. En términos cuantitativos, el agua constituye su fracción principal y funciona como el medio donde se dispersan distintas sustancias: algunas en solución verdadera, de bajo peso molecular, ya sean no ionizables (como los azúcares) o ionizables (sales, vitaminas hidrosolubles y aminoácidos), las cuales mantienen diversos equilibrios de disociación entre sí y con la fase coloidal. Además, contiene compuestos en emulsión, como lípidos, esteroides y vitaminas liposolubles, presentes en glóbulos recubiertos por una membrana de lipoproteínas ([De la Cruz y Ninanya, 2021](#)).

A. Contenido de proteína:

El contenido proteico de la leche bovina se sitúa entre el 2.50 % y 3.50 %, siendo este grupo de componentes el que confiere el típico color blanco al producto. Las proteínas se encuentran dispersas en un sistema coloidal estable, asociado a minerales como calcio, fósforo y magnesio. Aproximadamente el 78 % corresponde a caseínas en sus variantes alfa, beta y kappa; un 17 % está constituido por proteínas séricas, entre ellas alfa y beta-lactoglobulina, inmunoglobulinas y seroalbúmina; y el 5 % restante corresponde a compuestos nitrogenados no proteicos, como urea y aminoácidos libres. La mayor parte de estas proteínas es sintetizada directamente en la glándula mamaria, con excepción de la seroalbúmina y las inmunoglobulinas, cuyo origen está en la sangre. Estas moléculas no son capaces de atravesar membranas dializables y presentan tendencia a precipitar en presencia de reactivos como el ácido tricloroacético o cuando las sales minerales alcanzan altas concentraciones ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

B. Contenido de grasa:

La grasa constituye uno de los componentes más relevantes de la leche debido a su importancia económica, nutricional, organoléptica y funcional. Hasta hace algunos años, en los países donde se realizaba un pago diferenciado por calidad, el valor comercial de la leche se determinaba principalmente según su concentración de grasa. Aunque en la actualidad se consideran otros elementos, como los sólidos totales, este componente

continúa teniendo un papel decisivo, pues el costo de muchos productos lácteos todavía depende en gran medida de la cantidad de grasa que contienen. Desde el punto de vista nutricional, la grasa de la leche actúa como una fuente concentrada de energía y, además, funciona como vehículo de vitaminas liposolubles, aportando sabor y propiedades físicas esenciales a los alimentos derivados. El nivel de grasa en la leche de vaca presenta una variabilidad considerable, situándose entre 2.5 % y 5.0 %, y se distribuye en forma de emulsión, formando glóbulos cuyo diámetro oscila entre dos y cuatro micras. En términos de composición, esta fracción lipídica está integrada mayoritariamente por triglicéridos (97.0–98.0 %), seguida de fosfolípidos, principalmente lecitinas y cefalinas, en una proporción de 0.8–1.0 %, y cerca de un 1.0 % corresponde a sustancias insaponificables ([Gómez *et al.*, 2022](#)).

C. Contenido de lactosa:

La lactosa es el carbohidrato predominante en la leche, constituyendo entre el 4.7% y el 5.5% de su composición total. Este disacárido, formado por glucosa y galactosa, es el responsable del sabor suave y ligeramente dulce de la leche. Además, juega un papel fundamental en el proceso de fermentación láctica, que es crucial en la elaboración de yogurt, ya que durante este proceso las bacterias transforman la lactosa en ácido láctico ([Córdova y Tarazona, 2020](#)).

D. Contenido de minerales:

La leche aporta entre 0.70 % y 0.90 % de minerales, cuya concentración puede variar según la alimentación, el estado de salud, la raza del animal y la estación del año. Entre los minerales predominantes se encuentran potasio, sodio, calcio, magnesio, cloruros, fosfatos, citratos, sulfatos y bicarbonatos. Una parte importante del calcio, fósforo y azufre se halla unida a las proteínas, especialmente a las caseínas, lo que facilita su absorción en el sistema digestivo. La leche es considerada una de las principales fuentes de calcio en la dieta, mineral indispensable para el desarrollo y mantenimiento de los huesos y dientes, especialmente en población joven ([Gómez *et al.*, 2022](#)).

E. Contenido de sólidos solubles:

Los principales constituyentes de la leche incluyen grasa, proteínas, lactosa y minerales, siendo la suma de estos componentes lo que determina el nivel de sólidos totales presentes en la leche. Para medir los sólidos totales, tanto solubles como insolubles, se utiliza la evaporación del agua mediante calor, lo que permite obtener una valoración

precisa. Para optimizar la cantidad de sólidos en la leche, es fundamental mantener un balance adecuado en la alimentación del ganado, maximizar el consumo de nutrientes y realizar ajustes periódicos en la dieta, tomando en cuenta cualquier cambio en la calidad o cantidad de los insumos alimenticios utilizados ([Mejía, 2023](#)).

2.4.5 Calidad de la leche

2.4.5.1. Parámetros Fisicoquímicos

La calidad de la leche se evalúa a través de diferentes parámetros fisicoquímicos como el pH, acidez, densidad, contenido graso, proteína, entre otros. [Ravelo \(2024\)](#) en su tesis sobre la elaboración de un yogurt probiótico, menciona que la calidad de la leche puede influir en la viabilidad de los probióticos durante el proceso de fermentación, lo cual es esencial para mantener las propiedades funcionales del producto. [Ludeña \(2022\)](#) menciona que el control microbiológico de la leche es crucial para prevenir la contaminación y asegurar la calidad sanitaria del yogurt. En su estudio sobre un yogurt a base de quinua, resalta la importancia de eliminar microorganismos patógenos como *Salmonella* y *Staphylococcus*, así como la regulación de bacterias lácticas benéficas para garantizar un proceso de fermentación controlado.

2.4.5.2. Factores de calidad

Además de los aspectos fisicoquímicos, [Colorado \(2024\)](#) señala que la frescura y la higiene en la manipulación de la leche son determinantes para obtener un producto de alta calidad. El manejo de la cadena de frío y las condiciones de almacenamiento influyen directamente en la calidad sensorial del yogurt.

2.4.5.3. Definición de calidad higiénica

La obtención de una leche con calidad higiénica requiere la planificación y ejecución de una serie de actividades que aseguren el cumplimiento de los requisitos mínimos para que sea apta tanto para el consumo humano como para su procesamiento en productos lácteos. Entre estos requisitos fundamentales se incluyen contar con áreas adecuadas para el ordeño, los utensilios necesarios y su almacenamiento, además de la capacitación y motivación del personal involucrado en la producción de leche. También se deben garantizar las condiciones mínimas para los animales productores de leche ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

2.4.5.4. Fuentes de contaminación de la leche

a. Mamaria:

Los microorganismos pueden contaminar la leche tanto antes como después del ordeño, ya que existen distintas formas por las cuales alcanzan la ubre. Una de las principales rutas es la vía ascendente, en la cual bacterias presentes en la superficie de la piel de la ubre logran penetrar en la glándula mamaria a través del canal o esfínter del pezón una vez finalizado el ordeño. Entre los microorganismos que pueden ingresar de esta manera se encuentran *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* y bacterias coliformes (Gómez *et al.*, 2022).

b. Medio externo:

La leche puede contaminarse después de ser extraída de la glándula mamaria debido a diversas fuentes de contaminación, como los utensilios, los tanques de almacenamiento, los equipos de transporte e incluso el personal responsable de su manipulación. Estos focos de contaminación pueden incorporar microorganismos que deterioran de manera significativa la calidad del producto y representan una de las causas más frecuentes de pérdidas dentro de la industria láctea (Donckers, 2017). A continuación, se describen los principales medios de contaminación:

- **Aire:** Pese a no ser un ambiente favorable para la supervivencia de microorganismos debido a su exposición al oxígeno, a variaciones de temperatura, humedad y a la radiación solar, continúa representando una posible vía de contaminación. (Donckers, 2017).
- **Suelo:** El suelo constituye una fuente significativa de microorganismos termodúricos y termófilos. Aunque la leche no tiene contacto directo con él, los animales, los implementos y el personal sí interactúan con esta superficie, facilitando así la transferencia de microorganismos de origen telúrico, como *Clostridium*, hacia la leche.
- **El ordeñador:** El personal que realiza el ordeño, especialmente cuando se trata de ordeño manual, desempeña un papel crucial en la contaminación de la leche. En algunos casos, se observa que los ordeñadores no se lavan las manos adecuadamente y, peor aún, las humedecen con la misma leche para facilitar el proceso. Esto puede introducir patógenos como *Staphylococcus aureus*,

Leptospira, *E. coli*, *Mycobacterium tuberculosis*, entre otros, en la leche, a través de heridas infectadas en manos y brazos (Gómez et al., 2022).

- **Utensilios y transporte:** El contacto de la leche con los utensilios de ordeño, los recipientes de almacenamiento y los vehículos de transporte puede incrementar de manera considerable la carga microbiana, llegando incluso a multiplicarla hasta cincuenta veces. Por ello, resulta indispensable mantener una limpieza estricta de estos equipos mediante el uso de agentes desinfectantes, con el fin de preservar la inocuidad del producto. La microflora que suele originarse en estas superficies es, en su mayoría, termo resistente, lo que refuerza la necesidad de aplicar controles rigurosos de higiene. (Gómez et al., 2022).

2.4.5.5. Factores a tomar en cuenta para mejorar la calidad

- a. **Filtrado de la leche:** Esta etapa implica colar o filtrar cualquier impureza que haya ingresado a la leche durante y después del ordeño. Es fundamental realizar esta acción utilizando un material adecuado, como una tela organza fina de primer uso. Reducir las impurezas es crucial, ya que son las responsables del deterioro de la leche (Carrillo y Gamboa, 2018).
- b. **Pre enfriado de la leche:** Tras filtrar la leche, es necesario enfriarla de manera rápida para prevenir la proliferación de microorganismos que puedan acidificarla. Este proceso debe llevarse a cabo en pozas de agua fría y utilizando envases que faciliten una rápida transferencia de calor (Gómez et al., 2022).
- c. **Almacenamiento:** La leche debe ser almacenada en un entorno adecuado, protegido de la luz solar y alejado de residuos químicos como plaguicidas e insecticidas (De la Cruz y Ninanya, 2021).
- d. **Transporte:** El transporte de la leche debe realizarse en vehículos exclusivos para este propósito, que estén limpios, cerrados y desinfectados, para evitar la contaminación con otras sustancias. Además, en estos vehículos no deben trasladarse personas ni animales.
- e. **Procesamiento:** Para procesar la leche en diversos productos lácteos, es esencial que se mantenga en condiciones óptimas que aseguren un producto final de excelente calidad. Por lo tanto, es fundamental prestar atención a todos los procesos y operaciones, desde el manejo del animal y el ordeño adecuado hasta la entrega a la planta procesadora (Gómez et al., 2022).

2.4.5.6. Control de calidad de la leche

El aseguramiento de la calidad de la leche requiere la evaluación de diversos indicadores, entre ellos el crecimiento bacteriano, la densidad y el porcentaje de sólidos totales. A continuación, se describen los principales análisis utilizados para determinar su calidad.

1. Prueba de acidez titulable

Para determinar la acidez, se emplea un sistema de titulación conformado por una bureta, un sifón y un vaso de fondo blanco. También se necesita una solución alcalina de NaOH (0.1 N) y un indicador alcohólico, como fenolftaleína al 1 %. Se colocan 9 mL de leche en el vaso y se agregan 2 a 3 gotas del indicador. Posteriormente, se titula con NaOH hasta obtener un color rosado tipo “grosella” que permanezca estable durante aproximadamente 30 segundos. El volumen consumido de NaOH se registra, ya que cada 0.1 mL de solución alcalina equivale a 0.01 g de ácido láctico por cada 100 mL de leche ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

2. Prueba de reductasa o del azul de metileno

Esta prueba permite estimar la calidad higiénica de la leche. Para ello, se colocan 10 mL de leche en un tubo de ensayo estéril siguiendo las normas microbiológicas pertinentes. Luego, se añade 1 mL de azul de metileno, se agita y se coloca el tubo en un baño María a 37 °C, asegurando que el nivel del agua supere al de la leche. El tiempo se registra desde el inicio del proceso y se realizan observaciones cada 30 minutos para evaluar la reducción del colorante ([De la Cruz y Ninanya, 2021](#)).

3. Prueba de alcohol

La adición de alcohol etílico a la leche puede provocar la deshidratación parcial o total de algunos coloides hidrófilos, generando su desnaturalización, pérdida de estabilidad y posterior floculación. Este fenómeno solo ocurre cuando la mezcla alcanza un determinado grado alcohólico: por debajo de ese valor, las leches térmicamente estables no floculan, mientras que las inestables sí lo hacen. Existe una relación directa entre la estabilidad térmica de la leche y su resistencia al alcohol, lo que permite utilizar este principio como método de control. Para la prueba, se mezclan volúmenes iguales de leche cruda con una solución alcohólica de concentración conocida, que se ajusta según el tipo de tratamiento térmico previsto (pasteurización, esterilización, etc.). La mezcla se agita en frío y se observa sobre una superficie oscura. Si no ocurre

floculación, la leche es capaz de soportar el tratamiento correspondiente al grado alcohólico empleado; si flocula, no resistirá dicho calentamiento. Generalmente, se usa alcohol al 68 % para evaluar leches destinadas a pasteurización y entre 72 % y 74 % para procesos de esterilización. Sin embargo, la alta frecuencia de resultados positivos en leches normales sugiere evitar el empleo de concentraciones demasiado elevadas ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

2.5. Yogurt

El yogurt es un producto lácteo fermentado que se obtiene a partir de la leche mediante la acción de microorganismos propios de la fermentación láctica, principalmente *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Su elaboración consiste en someter la leche a un proceso de fermentación bajo temperaturas controladas, lo que modifica su textura y sabor, además de potenciar su aporte nutricional ([Acosta, 2020](#)). Este alimento ha sido ampliamente investigado debido a sus efectos positivos en la salud, entre ellos la mejora del proceso digestivo y el fortalecimiento del sistema inmunológico. Según [Alejandro y García \(2021\)](#), el yogurt también puede contribuir a la ingesta de probióticos, que son microorganismos vivos que pueden ofrecer efectos positivos en la salud intestinal. La incorporación de ingredientes funcionales, como la betarraga y el arándano, ha mostrado mejorar no solo el perfil nutricional del yogurt, sino también su aceptación en el mercado ([Alzamoras, 2024](#)).

Diferentes variedades de yogurt han surgido en respuesta a la demanda del consumidor por productos saludables. Por ejemplo, el yogurt griego se caracteriza por su mayor contenido de proteínas y su textura cremosa, lo que lo convierte en una opción popular entre los consumidores que buscan alternativas nutritivas ([Bravo y Miranda, 2021](#)). A su vez, la adición de sabores naturales y el uso de endulzantes alternativos, como la stevia, han permitido diversificar aún más este producto ([Colorado, 2024](#)).

La calidad del yogurt puede evaluarse a través de diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La estandarización en la producción, abordada por [Díaz y Villa \(2021\)](#), asegura que el yogurt cumpla con las normativas de calidad, lo que es crucial para la aceptación por parte del consumidor. En este sentido, el análisis de la textura, la acidez y el contenido nutricional son aspectos que deben ser considerados durante el proceso de elaboración. Además, el impacto de los probióticos presentes en el yogurt ha sido ampliamente estudiado. [Fuentes et al., \(2018\)](#) destacan que estos microorganismos

pueden contribuir a la salud gastrointestinal y a la regulación del sistema inmune. La inclusión de vegetales como la betarraga no solo enriquece el contenido de antioxidantes del yogur, sino que también puede mejorar su perfil sensorial, haciéndolo más atractivo para los consumidores ([Hernández y Murillo, 2023](#)).

2.5.1. El tipo de yogurt

El yogurt es uno de los productos más reconocidos que se obtienen de la leche de vaca. Su proceso de elaboración se distingue de otros derivados lácteos, ya que puede ser producido de manera natural o con la adición de ingredientes como azúcar, frutas, colorantes y otros aditivos. Existen diversas variedades de yogurt, algunas de ellas son más firmes o consistentes, como el yogurt batido. Cada tipo de yogurt puede recibir diferentes tratamientos después de haber pasado por el proceso de fermentación y calentamiento ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

El yogurt puede clasificarse según el tipo de leche empleada y los ingredientes adicionales incorporados. En cuanto a la leche base, el yogurt Tipo I se elabora con leche entera, el Tipo II utiliza leche descremada o semidescremada, y el Tipo III se produce a partir de leche totalmente desnatada. Respecto a los componentes agregados, se distinguen diversas variedades: el yogurt azucarado incluye carbohidratos como glucosa o sacarosa; el natural no contiene edulcorantes, colorantes ni azúcar añadida; el que lleva fruta incorpora pulpa, trozos o jugos naturales; mientras que el edulcorado emplea sustitutos como sorbitol o sacarina. Finalmente, existen presentaciones que integran otros ingredientes naturales, entre ellos stevia, miel, chocolate, frutos secos, cereales, café o especias. ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

Dentro de las variedades de yogurt también se encuentra el saborizado, el cual incorpora sustancias aromatizantes para modificar su perfil sensorial. Según el método de producción, el yogurt puede clasificarse en varias presentaciones: el yogurt batido, que se obtiene al pasteurizar la leche y dejarla fermentar en tanques de incubación donde se forma el coágulo; el yogurt aplanado, en el que la leche pasteurizada se envasa inmediatamente después de la inoculación, permitiendo que la coagulación ocurra directamente en el envase; y el yogurt fluido, cuyo proceso es semejante al del yogurt batido, pero con la diferencia de que el coágulo se homogeniza o rompe antes del envasado para lograr una consistencia líquida ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

2.5.2. Cualidades del Yogurt

Las propiedades nutricionales del yogur provienen no solo de los compuestos lácteos, sino también de la influencia de las bacterias ácido-lácticas responsables de su fermentación, como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Gómez et al., 2022). Como resultado, se obtiene un producto que es bien aceptado por el consumidor tras pasar por una serie de evaluaciones que incluyen:

a. Análisis sensorial

Conjunto de técnicas y métodos para medir, a través de los sentidos, lo que se percibe de cualquier producto o servicio. Aunque similar a la cata y degustación, existen diferencias significativas (Barzoila, 2018).

b. Escala hedónica o nivel de agrado:

La escala hedónica, también llamada nivel de agrado, se utiliza para evaluar la aceptación que tiene un producto entre los consumidores. Esta herramienta permite medir el gusto o rechazo que genera un alimento y, en consecuencia, determinar el grado de satisfacción del evaluador (Gómez et al., 2022).

c. Prueba Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA)

Este es una metodología destinada a identificar y medir de forma detallada los atributos sensoriales de un producto. La información obtenida permite construir un modelo multidimensional que describe con precisión los parámetros sensoriales que distinguen uno o varios alimentos (Barzoila, 2018).

d. Vida útil

- Disminución del pH y aumento de la acidez

La actividad de las bacterias ácido-lácticas en el yogur es baja a temperaturas de refrigeración, pero siguen vivas y convierten la lactosa en ácido láctico, lo que provoca una disminución del pH y un aumento de la acidez (aproximadamente del 0,2% en un período de 4 a 7 semanas). Este proceso genera un efecto de conservación en la leche, debido a que el pH reducido limita el desarrollo de bacterias responsables de la descomposición y de otros microorganismos nocivos. (Gómez et al., 2022).

- **Vida microbológica**

Desde el enfoque microbiológico, se señala que resulta difícil establecer una fecha de caducidad en un alimento con un pH tan ácido, ya que este nivel de acidez limita la proliferación de microorganismos patógenos. Asimismo, al elaborarse con leche pasteurizada, la carga microbiana inicial se reduce significativamente, aportando una protección adicional frente a posibles contaminantes. ([Barzoila, 2018](#)).

2.5.3. Yogurt Probiótico

El yogur probiótico se ha convertido en un alimento de gran interés debido a sus beneficios para la salud y su creciente aceptación en el mercado. Según [Acosta \(2020\)](#), la elaboración de yogur vegano, complementado con ingredientes como la mermelada de *Solanum betaceum*, demuestra la versatilidad del yogur en términos de sabor y valor nutricional. Además, [Alejandro y García \(2021\)](#) evaluaron la aceptabilidad y la actividad antioxidante de productos que combinan betarraga y arándano, lo que sugiere que la incorporación de vegetales en el yogur puede mejorar su perfil nutricional y su atractivo.

En un estudio realizado por [Alzamoras \(2024\)](#), se exploró la elaboración de mermelada a base de arándanos, lo que subraya la importancia de los ingredientes naturales en la producción de yogur. La combinación de ingredientes con propiedades funcionales, como la cúrcuma, ha sido abordada por Bravo y Miranda (2021), quienes analizaron el valor nutritivo de galletas de betarraga, lo que resalta la tendencia de incorporar ingredientes ricos en nutrientes en productos lácteos.

Por otro lado, investigaciones como la de [Cabrera et al., \(2018\)](#) demuestran que la harina de betarraga puede enriquecer la composición nutricional de productos horneados. Esto es especialmente relevante en la formulación de yogures que buscan mejorar la ingesta de fibra. La evaluación de características fisicoquímicas y microbiológicas en yogures probióticos es crucial para garantizar su calidad. [Colorado \(2024\)](#) realizó un estudio sobre la estandarización del proceso de elaboración de yogur natural, enfatizando la importancia de un control riguroso durante la producción.

Los efectos positivos de los probióticos en la salud se han documentado ampliamente. [Fuentes et al., \(2018\)](#) revisaron el impacto de los compuestos bioactivos de la betarraga en la salud cardiovascular, lo que refuerza la idea de que la inclusión de vegetales en el

yogur puede tener beneficios adicionales. Además, investigaciones recientes, como la de [Hernández y Murillo \(2023\)](#), exploraron el uso de yogur probiótico en la alimentación de lechones, lo que sugiere aplicaciones más allá del consumo humano.

2.5.4. Fermentación del yogurt

Los fermentos lácteos pertenecen a la categoría de probióticos, ya que no solo aportan vitaminas, proteínas y minerales, sino que sus microorganismos permanecen activos en el intestino, ayudando a mantener la flora intestinal, eliminar toxinas, facilitar la digestión, mejorar la absorción de nutrientes y disminuir el riesgo de enfermedades como el cáncer de colon (Ncezid). ([Gómez et al., 2022](#)).

Existen diferentes tipos de fermentación de yogurt los mismos que se mencionan a continuación según (Ncezid):

a) *Lactobacillus bulgaricus*: Esta bacteria láctea homofermentativa se desarrolla bien entre 42 y 45 °C, reduce el pH y puede generar hasta un 2,7% de ácido láctico. Es proteolítica y produce hidrolasas que descomponen proteínas, liberando aminoácidos como la valina, que favorece el desarrollo de *Streptococcus thermophilus* ([Carrillo y Gamboa, 2018](#)).

b) *Streptococcus termophilus*: Esta bacteria homofermentativa resistente al calor produce ácido láctico como su principal producto de fermentación. Se desarrolla entre 37 y 40 °C, pero puede tolerar temperaturas de hasta 50 °C e incluso 65 °C durante media hora. Tiene menor capacidad de acidificación que *Lactobacillus bulgaricus* ([Gómez et al., 2022](#)).

c) Homofermentativas: Generan entre 70% y 90% de ácido láctico, como en el caso de *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus acidophilus*. Los microorganismos que intervienen en la producción de yogurt, como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, exhiben actividad antimicrobiana que inhibe la proliferación de agentes patógenos y se asocian con una posible reducción en los niveles de colesterol y el riesgo de cáncer de colon ([Gómez et al., 2022](#)).

2.5.5. Microorganismos probióticos: *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*

Los microorganismos probióticos son componentes esenciales en la elaboración del yogurt funcional, ya que no solo participan en la fermentación láctica, sino que también aportan beneficios a la salud del consumidor al modificar positivamente el microbiota intestinal. En esta investigación se emplearon principalmente *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, cepas ampliamente reconocidas en la literatura científica por sus propiedades probióticas y su eficacia en productos lácteos fermentados.

A. *Lactobacillus acidophilus*

L. acidophilus es un bacilo grampositivo, no esporulado, catalasa negativo y microaerófilo. Esta bacteria pertenece al grupo de los lactobacilos homofermentativos, capaces de convertir los azúcares, especialmente la lactosa, en ácido láctico, lo que permite reducir el pH del medio y generar las condiciones necesarias para la coagulación de las proteínas de la leche (Gómez *et al.*, 2022). Su temperatura óptima de crecimiento oscila entre 37 y 42 °C, siendo compatible con los procesos de fermentación del yogurt.

Este microorganismo presenta una alta tolerancia al ácido gástrico y a las sales biliares, lo que favorece su supervivencia en el tracto digestivo humano. Diversos estudios han demostrado que el consumo regular de *L. acidophilus* contribuye a mejorar el equilibrio intestinal, inhibir el crecimiento de bacterias patógenas como *Salmonella* y *E. coli*, y fortalecer la respuesta inmunológica del huésped (Fuentes *et al.*, 2018; Carrillo y Gamboa, 2018). Su presencia en el yogurt mejora la digestión de la lactosa en personas con intolerancia y contribuye a mantener una flora intestinal saludable.

B. *Bifidobacterium bifidum*

Por su parte, *B. bifidum* es un microorganismo anaerobio estricto, con morfología de bacilo ramificado, que se encuentra de manera natural en el microbiota intestinal, especialmente en neonatos alimentados con leche materna. Perteneció al filo Actinobacteria y se ha clasificado como uno de los probióticos más beneficiosos para la salud humana. A diferencia de *L. acidophilus*, su crecimiento se ve favorecido en condiciones estrictamente anaeróbicas y en presencia de oligosacáridos no digeribles (Cabrera *et al.*, 2018).

Esta bacteria contribuye a mantener la integridad de la mucosa intestinal, reduce la colonización de bacterias patógenas y mejora la absorción de nutrientes. Además, produce compuestos antimicrobianos como el ácido acético y el ácido láctico, que ayudan a reducir el pH intestinal, inhibiendo el crecimiento de microorganismos indeseables ([Hernández y Murillo, 2023](#)). *B. bifidum* también ha demostrado efectos positivos en la prevención de enfermedades gastrointestinales, reducción de alergias alimentarias y estimulación del sistema inmunológico.

C. Aplicación en yogurt probiótico

La combinación de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en productos lácteos fermentados ha demostrado una sinergia efectiva, ya que ambas cepas pueden coexistir y mantener viabilidad por encima de 10^6 UFC/g durante el almacenamiento refrigerado, umbral mínimo requerido para que un alimento sea considerado probiótico ([Espinoza, 2022](#); [López y Lozada, 2023](#)). Su incorporación en el yogurt no solo asegura la funcionalidad del producto, sino que también mejora sus propiedades sensoriales y su aceptación por parte del consumidor.

Estas bacterias fueron suministradas en forma liofilizada por el proveedor CHR Hansen, y fueron activadas e inoculadas siguiendo las recomendaciones técnicas específicas de la empresa. Su selección en esta investigación responde tanto a criterios tecnológicos (viabilidad, fermentación eficiente, estabilidad en refrigeración) como a criterios funcionales (efectos positivos en la salud humana demostrados científicamente).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este estudio de investigación fue llevado a cabo en diversos laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, que se enumeran a continuación:

- Instalaciones de la Planta Piloto Agroindustrial, Universidad Nacional Del Santa.
- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa.
- Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

3.2. Materiales e instrumentación

3.2.1 Materia Prima

Para la obtención del yogurt probiótico, se usaron 1 tipo de fruta y 1 tipo de hortaliza, obtenidos en el mercado “LA PERLA” – Nuevo Chimbote.

- Betarraga (*Beta vulgaris*), Proveniente de la Provincia de Arequipa – Perú.
- Arándano (*Vaccinium myrtillus*): Proveniente de la Provincia de Virú, La Libertad-Perú.
- Stevia: Obtenido del mercado “BUENOS AIRES”. Nuevo Chimbote, Perú.
- Leche de vaca: Obtenido del mercado “LOMAS DEL SUR”. Nuevo Chimbote, Perú.

3.3. Materiales de Laboratorio

- Olla de acero inoxidable
- Refractómetro
- Lactodensímetro
- Acidímetro
- Pipetas volumétricas
- Micropipetas (100, 1000 μ L)
- Probetas (20, 50, 100, 250 y 500 mL)
- Termómetro
- Vaso precipitado (50, 250, 500, 1000) mL
- Celdas para espectrofotómetro
- Cocina
- Licuadora

- Paletas de acero inoxidable
- Cucharas
- Colador
- Fuente o tina grande
- Papel Aluminio
- Cultivos probióticos liofilizados:
 - *Lactobacillus acidophilus*
 - *Bifidobacterium bifidum*

3.4. Reactivos

- Éter
- Reactivo Folin - Ciocalteu
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Etanol
- Solución de Hidróxido de sodio al 0.1 N,
- Solución indicadora de Fenolftaleína.
- Agua destilada.
- Soluciones Buffer de pH 4.0, pH 7.0 y pH 10.0.
- Fenolftaleína
- NaOH 0.1 N

3.4.1. Equipos e Instrumentos

- Balanza digital analítica HENKEL modelo BQ-1001
- pH-metro digital MILWAUKEE modelo MI150
- Refrigeradora Colder modelo ERT45G2HQI Frost 2P
- Matraz Erlenmeyer de 100 ó 125 ml
- Micro bureta de 10 ml con divisiones de 0.02 ml
- Pipeta volumétrica de 50 ml
- Potenciómetro
- Propipeta de goma
- Equipo de Soxhlet
- Licuadora Oster
- Microondas Imaco Automatic

- Estufa a 105°C (marca POL – EKO APARATURA modelo SW1TF121017)
- Mufla. Marca: Thermolyne, Serie: 34703484

3.5. Metodología

3.5.1. Población

La betarraga, el arándano y la Stevia serán adquiridos en el Mercado Bellamar y el Mercado Buenos Aires de Nuevo Chimbote, en la provincia del Santa, región Ancash.

3.5.2. Muestra

La muestra utilizada para la elaboración de un yogurt probiótico es la cantidad de sus componentes principales, es decir, 500 g de betarraga fresca, 455 g de arándano fresco y 50 g de Stevia en polvo, para 10 litros de yogurt.

3.5.3. Muestreo

El tipo de muestreo utilizado es el muestreo no probabilístico e intencional, también conocido como muestreo por conveniencia.

3.5.4. Determinación del Análisis Físico-Químico de la Materia Prima

- **Determinación de Humedad: (AOAC 925.10)**

Se analizó, usando el método validado por AOAC, en donde se colocará una pequeña muestra de 2.5 a 4 g, luego se procederá a calibrarse la estufa eléctrica con los parámetros tiempo y temperatura. La temperatura de la estufa se trabajará a 110 °C por 10 minutos cada muestra. Se calculará el porcentaje de la humedad con la siguiente fórmula:

$$Humedad (\%) = \left(\frac{P1 - P2}{P} \right) \times 100$$

Siendo:

- ✓ P1=peso, en g. de la placa con la muestra
- ✓ P2=peso, en gramos de muestra seca
- ✓ P= peso de la muestra

- **Determinación de Grasas: (AOAC 989.05)**

Se analizará, utilizando el método de SOXHLET, este método es validado por AOAC 989.05, en dónde se colocará 10 g de la muestra molida en un papel cartucho o aluminio, para luego transferirlo dentro del extractor del Soxhlet, luego se colocará el 150 a 200 ml del éter al refrigerante. Se pondrá a hervir a una temperatura de 40°C y se deberá obtener entre 10 a 15 sifonadas para la lectura de los datos. Se calculará el porcentaje de la grasa con la siguiente fórmula:

$$\text{Grasas (\%)} = \left(\frac{P1 - P2}{P} \right) \times 100$$

Dónde:

- ✓ Grasa: masa de grasa en %.
- ✓ Pm: Peso de la muestra en g.
- ✓ P1: Peso del balón (PB) vacío en g.
- ✓ P2: PB más residuo seco (g)

- **Determinación de Cenizas: (AOAC 923.03)**

Se analizará, usando el método validado por AOAC 923.03, mediante una mufla eléctrica incinerando la materia orgánica. Se colocará 3 a 4g de la muestra al crisol para pesarlo y luego para pasarlo a la mufla ajustando una temperatura de 550°C por 4 horas. Se anotarán los datos nuevos de la muestra. Se calculará el porcentaje de las cenizas con la siguiente fórmula:

$$\text{Ceniza (\%)} = \left(\frac{P2 - P1}{M} \right) \times 100$$

Dónde:

- ✓ P1: Masa crisol vacío, en gramos.
- ✓ P2: Masa del crisol más cenizas, en gramos.
- ✓ m: Masa de la muestra, en gramos.

- **Determinación de Acidez: AOAC.939.05: 2019.**

Se disuelve una cantidad específica de muestra en agua destilada (aproximadamente 10 g de muestra fresca). Se titula con una solución de NaOH utilizando un indicador de fenolftaleína.

$$\text{Acidez(\%)} = \left(\frac{(\text{mL de NaOH}) \times \text{Normalidad de NaOH} \times \text{peso equivalente del ácido}}{\text{Peso de la muestra}} \right) \times 100$$

3.5.5. Determinación de la mejor formulación mediante el análisis proximal.

La determinación de la mejor formulación mediante el análisis proximal es fundamental para evaluar y comparar el perfil nutricional de cada una de las variantes desarrolladas de yogurt probiótico. Este análisis incluye la cuantificación de humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos, energía, calcio y sodio, parámetros que permiten seleccionar la formulación más adecuada en términos de valor nutricional y cumplimiento de normativas alimentarias.

Debido a la necesidad de asegurar la precisión, exactitud y trazabilidad de los resultados, los análisis fueron realizados en un laboratorio externo acreditado. Esta decisión se justifica por la carencia de equipamiento especializado y personal técnico en el laboratorio institucional, así como por la necesidad de cumplir con estándares internacionales de calidad y reproducibilidad. Diversos estudios recientes recomiendan la subcontratación de laboratorios certificados para garantizar la validez de los resultados, especialmente en investigaciones orientadas al desarrollo de alimentos funcionales, donde la composición nutricional debe ser respaldada por metodologías oficiales como AOAC y NTP ([García y Alejandro, 2021](#); [Díaz y Villa, 2021](#)).

El uso de métodos normalizados, como AOAC 985.35 para calcio, AOAC 962.09 para fibra, AOAC 989.05 para grasa, AOAC 969.23 para sodio, NTP 202.172:1998 para ceniza, NTP 202.118:1998 para humedad y NTP 202.119:1998 para proteína, asegura la confiabilidad de los datos y su aceptación tanto en la comunidad científica como por entidades regulatorias ([López y Lozada, 2023](#)). Además, la determinación de carbohidratos y energía total por cálculo es una práctica ampliamente aceptada en la literatura científica y respaldada por organismos internacionales ([Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2023](#)).

Por lo tanto, la realización del análisis proximal en un laboratorio externo no solo garantiza la calidad y objetividad de los resultados, sino que también respalda la toma

de decisiones en el desarrollo y optimización de la mejor formulación del yogurt probiótico.

- **Humedad: NTP 202.118:1998.**

Se determinará por el método gravimétrico, mediante secado en estufa a 105 °C hasta peso constante, siguiendo la NTP 202.118:1998.

$$\text{Humedad (\%)} = \left(\frac{\text{Peso inicial de la muestra} - \text{Peso final tras secado}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \right) \times 100$$

- **Proteína: NTP 202.119:1998**

Se determinará utilizando el método Kjeldahl, según NTP 202.119:1998. El contenido de proteína se calculará multiplicando el nitrógeno total obtenido por el factor de conversión correspondiente (generalmente 6.25).

$$\text{Proteína (\%)} = \text{Nitrógeno total} * 6.25$$

- **Grasa: AOAC 989.05: 2023.**

Se determinará mediante el método de extracción Soxhlet, conforme a AOAC 989.05 (2023).

$$\text{Grasa \%} = \left(\frac{\text{Peso del extracto graso}}{\text{Peso de la muestra}} \right) \times 100$$

- **Ceniza: NTP 202.172:1998.**

Se determinará por incineración en mufla a 550 °C, siguiendo la NTP 202.172:1998.

$$\text{Ceniza \%} = \left(\frac{\text{Peso de residuos de Cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \right) \times 100$$

- **Fibra cruda: AOAC 962.09: 2023.**

Se determinará por el método de digestión ácida y básica, conforme a AOAC 962.09 (2023).

$$\text{Fibra cruda (\%)} = \left(\frac{m_3 - m_1}{48} \right) \frac{m_2}{m_4 - m_5}$$

$$) - (\quad m^2 \quad) \times 100 \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

Dónde:

- ✓ m_1 : Peso del filtro.
- ✓ m_2 : Peso de la muestra.
- ✓ m_3 : Peso del crisol con residuo después de digestión.
- ✓ m_4 : Peso del crisol tras incineración.
- ✓ m_5 : Valor del blanco.

- **Carbohidratos: Por cálculo.**

Se calculará por diferencia, restando de 100 la suma de los porcentajes de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza.

$$\text{Carbohidratos (\%)} = 100 - (\text{Humedad} + \text{Proteína} + \text{Grasa} + \text{Fibra} + \text{Ceniza})$$

- **Energía total: Por Cálculo.**

Se calculará a partir de los valores de proteína, grasa y carbohidratos, aplicando los factores de conversión calóricos estándar.

$$\text{Energía } \left(\frac{\text{Kcal}}{100\text{g}} \right) = (\text{Proteína (g)} * 4) + (\text{Grasa (g)} * 9) + (\text{Carbohidratos (g)} * 4)$$

- **Calcio: AOAC 985.35: 2023.**

Se determinará por espectrofotometría de absorción atómica, siguiendo AOAC 985.35 (2023). El contenido se expresará en mg/100 g de muestra.

- **Sodio: AOAC 969.23: 2023.**

Se determinará por fotometría de llama o absorción atómica, según AOAC 969.23 (2023), y se expresará en mg/100 g de muestra.

- **Determinación del pH: AOAC 981.12: 2023.**

Se determinará el pH usando el refractómetro digital automático.

- **Sólidos Solubles: AOAC 932.12: 2023.**

Se determinarán los sólidos solubles (°Brix) usando el refractómetro digital automático a 23°C.

3.5.6. Evaluación de la Viabilidad y Actividad de los Probióticos

Para la evaluación de la viabilidad y actividad de los probióticos, se emplearán métodos de recuento en placa específicos para *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium*, utilizando los kits CHR HANSEN y medios de cultivo selectivos. Las muestras de yogurt se diluirán en serie y se sembrarán en placas, las cuales se incubarán a 37 °C bajo condiciones anaerobias durante 48 a 72 horas. Posteriormente, se procederá a la enumeración de las colonias características, reportando los resultados en UFC/g.

Los análisis fueron realizados por un laboratorio externo no acreditado, debido a la inexistencia, en la región, de laboratorios con acreditación oficial (INACAL) para estos métodos específicos de recuento probiótico. Esta limitación fue identificada tras la consulta directa a diversos centros analíticos, cuyas respuestas evidenciaron que, si bien ofrecen el servicio, no cuentan con certificación para estos procedimientos.

Frente a esta situación, se optó por contratar un laboratorio que realiza rutinariamente análisis microbiológicos en alimentos, asumiendo la responsabilidad técnica de esta decisión. La selección fue aprobada por la asesora de tesis y está debidamente documentada (véase ANEXO 7). Asimismo, se incluye un descargo formal con la justificación metodológica y técnica de la decisión (véase ANEXO 8).

- **Microorganismo ácido: *Lactobacillus acidophilus*: CHR HANSEN *Lactobacillus acidophilus* Enumeration**

Se empleará el método CHR HANSEN *Lactobacillus acidophilus* Enumeration, que utiliza medios selectivos y condiciones de incubación específicas para este microorganismo. La muestra de yogurt será diluida y sembrada en placas, incubándose a 37 °C durante 48-72 horas en condiciones anaerobias. El resultado se expresará en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

- **Microorganismo probiótico: *Bífido bacteria*: CHR HANSEN *Bifidobacteria enumeration***

Se aplicará el método CHR HANSEN *Bifidobacteria enumeration*, utilizando medios diferenciales y condiciones de incubación adecuadas. Las muestras se incubarán a 37 °C en atmósfera anaerobia durante 48-72 horas. El recuento se reportará como UFC/g.

3.5.7. Evaluación de la Aceptabilidad Sensorial

- ✓ Se seleccionará un panel de 30 consumidores.
- ✓ Se evaluará el sabor, textura, olor y apariencia utilizando cuestionarios sensoriales y escalas hedónicas del 1 al 7. En donde el 1 signifique “Me disgusta extremadamente” y el 7 signifique “Me gusta extremadamente”.
- ✓ No aplica una fórmula específica, se utilizan análisis estadísticos para interpretar los resultados.

3.5.8. Determinación de Análisis Microbiológico del Producto Terminado.

El análisis microbiológico del yogurt probiótico fue realizado por el laboratorio SAT S.A.C., aplicando métodos reconocidos y validados. En el caso de mohos y levaduras, se empleó la técnica de siembra en placa conforme a lo establecido en la NTP 202.038:2015, que describe el procedimiento estándar para el recuento de colonias incubadas a 25 °C. Para la detección de coliformes totales, se utilizó el método ICMSF (1983), mediante recuento en placa en medio Agar Bilis Lactosa Rojo Neutro Cristal Violeta. Los resultados fueron expresados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

3.5.9. Metodología del proceso de la elaboración del yogurt probiótico

3.5.9.1. Consideraciones sobre el uso de probióticos

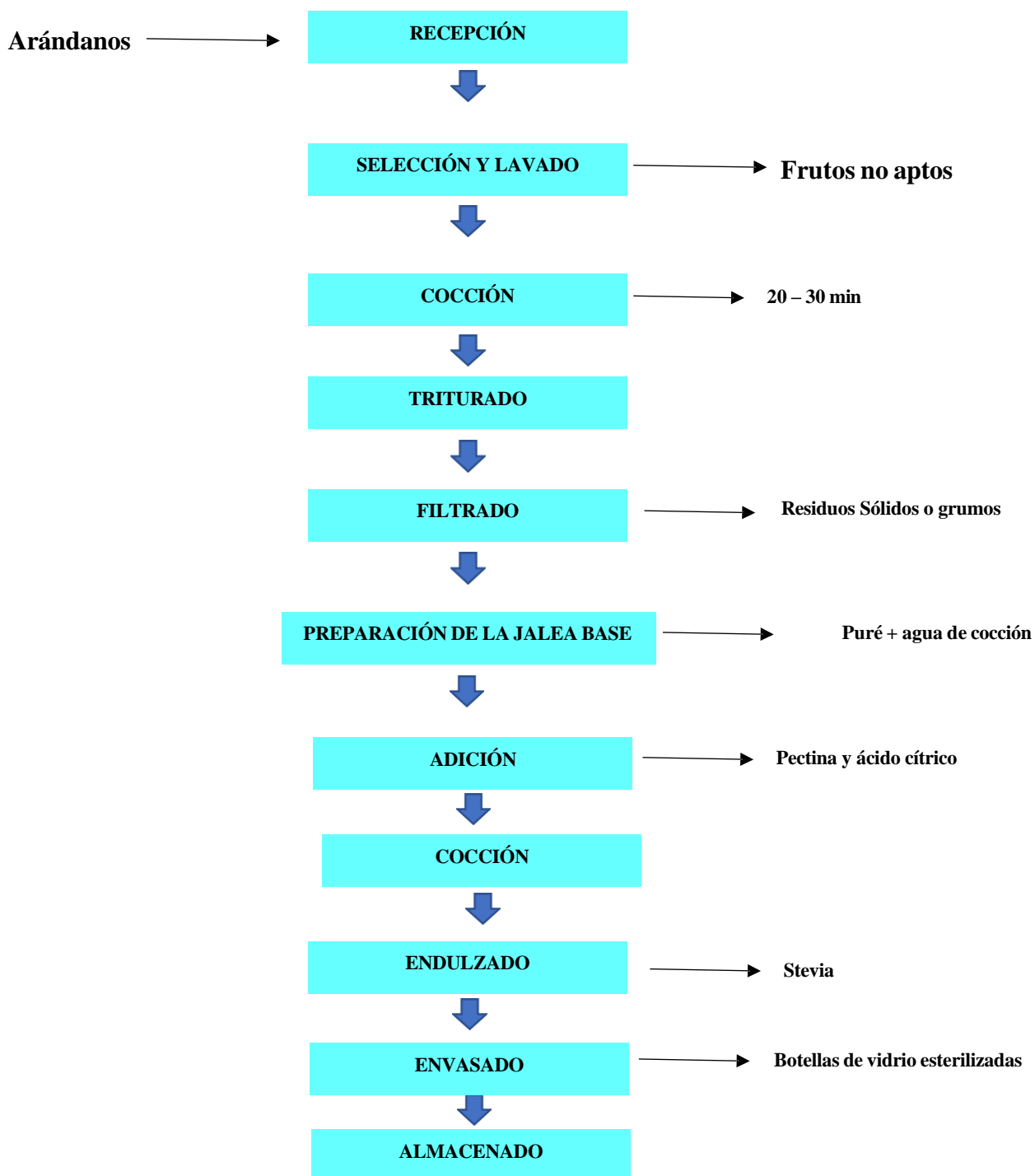
La incorporación de microorganismos probióticos como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en la formulación del yogurt responde a criterios funcionales y tecnológicos. Estas cepas contribuyen no solo a la fermentación láctica, sino también a la mejora de la salud intestinal del consumidor, al equilibrar el microbiota, favorecer la digestión y prevenir enfermedades gastrointestinales. Su inclusión permite calificar al producto como funcional, de acuerdo con estándares internacionales (Fuentes *et al.*, 2018).

3.5.9.2. Elaboración de la jalea de Arándano

- **Selección y limpieza:** Los arándanos deben ser seleccionados y lavados correctamente. Esto asegura que se eliminen todas las impurezas y que el producto final sea seguro para el consumo.
- **Cocción:** Los arándanos se cocinan en agua a fuego medio hasta que se ablanden y suelten sus jugos. Este proceso libera los nutrientes y antioxidantes del arándano, lo que garantiza que la jalea sea rica en compuestos bioactivos.
- **Trituración y filtrado:** Tras la cocción, se trituran los arándanos hasta obtener una mezcla homogénea. Luego, la mezcla se pasa por un colador fino para separar el líquido de los sólidos. El líquido resultante se usará como base para la jalea.
- **Gelificación:** Se añaden pectina y ácido cítrico a la mezcla, lo que ayuda a que la jalea alcance la consistencia deseada. La pectina permite que la jalea se espese correctamente y el ácido cítrico regula el pH.
- **Cocción final:** La mezcla se cocina a fuego lento durante unos minutos más hasta alcanzar la textura espesa característica de una jalea.
- **Endulzado:** Se agrega la Stevia para cada formulación, ajustando el dulzor según el diseño. Al utilizar Stevia en lugar de azúcar, se reduce la cantidad de calorías en la jalea, lo que la hace adecuada para personas que buscan alternativas saludables.
- **Envasado:** Finalmente, la jalea se vierte caliente en frascos esterilizados y se deja enfriar antes de almacenarla.

Figura 1.

Diagrama de flujo para la obtención de la jalea de arándano.



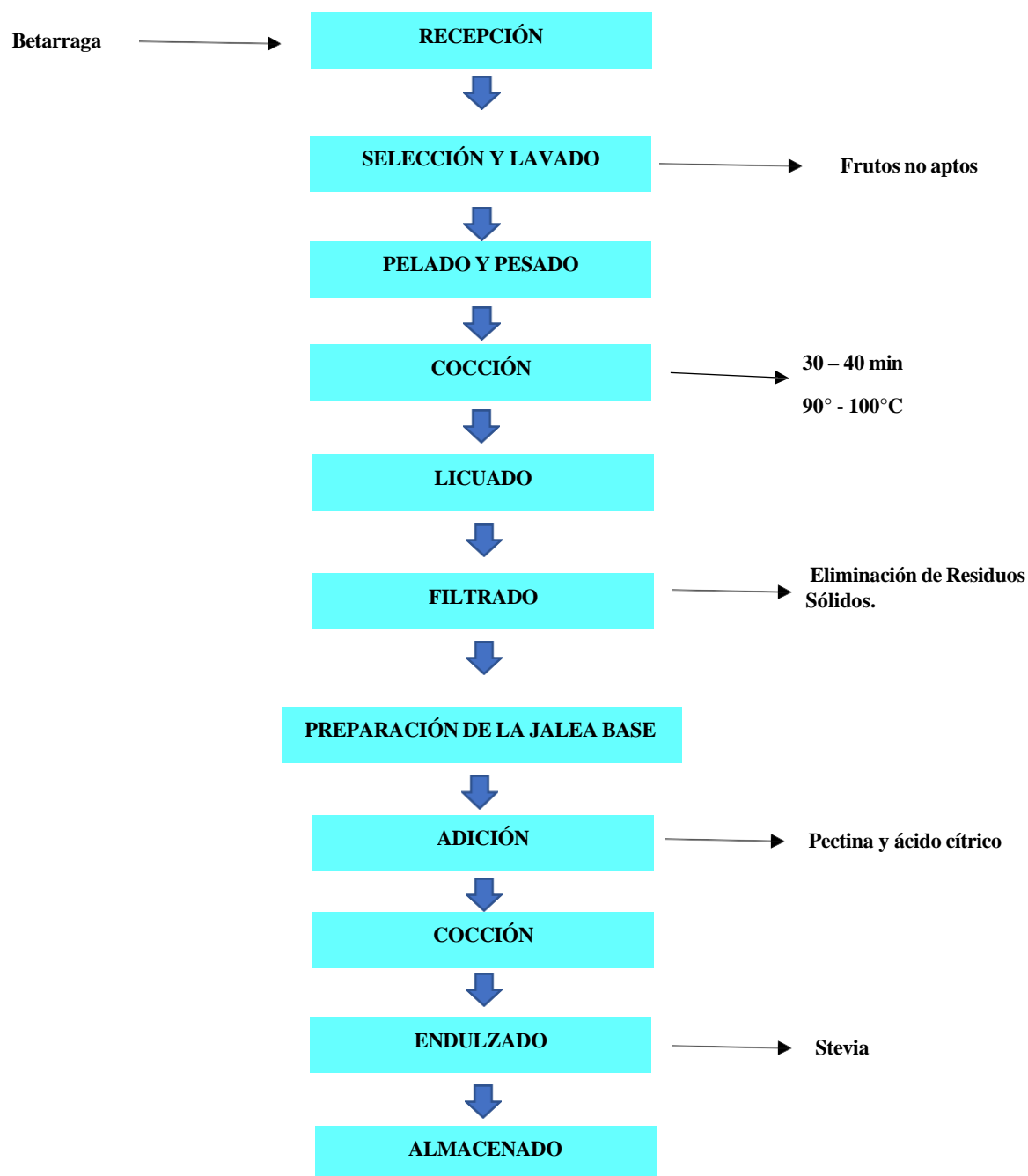
Nota. La figura representa el proceso de elaboración de una jalea funcional a base de arándano (*Vaccinium myrtillus*), desde la recepción y selección de la fruta hasta su envasado final. Es una adaptación propia.

3.5.9.3. Elaboración de la jalea de Betarraga

- **Selección y lavado:** Se deben seleccionar betarragas frescas, sanas y sin daños visibles. Estas se lavarán con agua potable para eliminar cualquier impureza.
- **Pelado y pesado:** Luego del lavado, las betarragas se pelarán cuidadosamente con cuchillos de acero inoxidable para evitar contaminación cruzada. Posteriormente, se pesarán en balanza digital previamente calibrada, según la proporción establecida para la formulación.
- **Cocción:** Las betarragas previamente peladas y cortadas en cubos serán cocidas en 500 ml de agua durante aproximadamente 30-40 minutos. Esta cocción permite que se liberen los compuestos bioactivos presentes en la betarraga, asegurando que la jalea retenga sus propiedades funcionales.
- **Licuar y filtrar:** Luego de la cocción, se procederá a licuar las betarragas junto con el líquido de cocción hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se pasará por un colador fino para eliminar cualquier sólido restante y obtener un jugo limpio.
- **Adición de pectina y ácido cítrico:** Mientras se calienta nuevamente la mezcla obtenida, se añadirá la pectina y el ácido cítrico, asegurando que se disuelvan completamente. Estos ingredientes juegan un papel crucial en la gelificación del producto, logrando que la jalea adquiera una textura adecuada.
- **Cocción final:** Se continuará cocinando la mezcla a fuego lento, revolviendo constantemente hasta obtener la consistencia espesa característica de una jalea, lo cual puede tardar entre 10 y 15 minutos.
- **Endulzado con Stevia:** A continuación, se agregará la Stevia en polvo, ajustando la cantidad al gusto deseado. Dado que la Stevia es un edulcorante natural, aporta dulzura sin añadir calorías adicionales, lo cual es ideal para mantener una opción saludable en el producto final.
- **Almacenado:** La jalea obtenida se guardó en botellas de vidrios que estén previamente desinfectadas, luego se refrigeró para su futura incorporación en el yogurt probiótico.

Figura 2.

Diagrama de flujo para la obtención de la jalea de betarraga.



Nota. El diagrama muestra las etapas del procesamiento de la betarraga (*Beta vulgaris*) para obtener una jalea funcional, incluyendo cocci3n, licuado, filtrado, y la incorporaci3n de pectina, 3cido cítrico y Stevia, hasta su envasado y conservaci3n en frío.

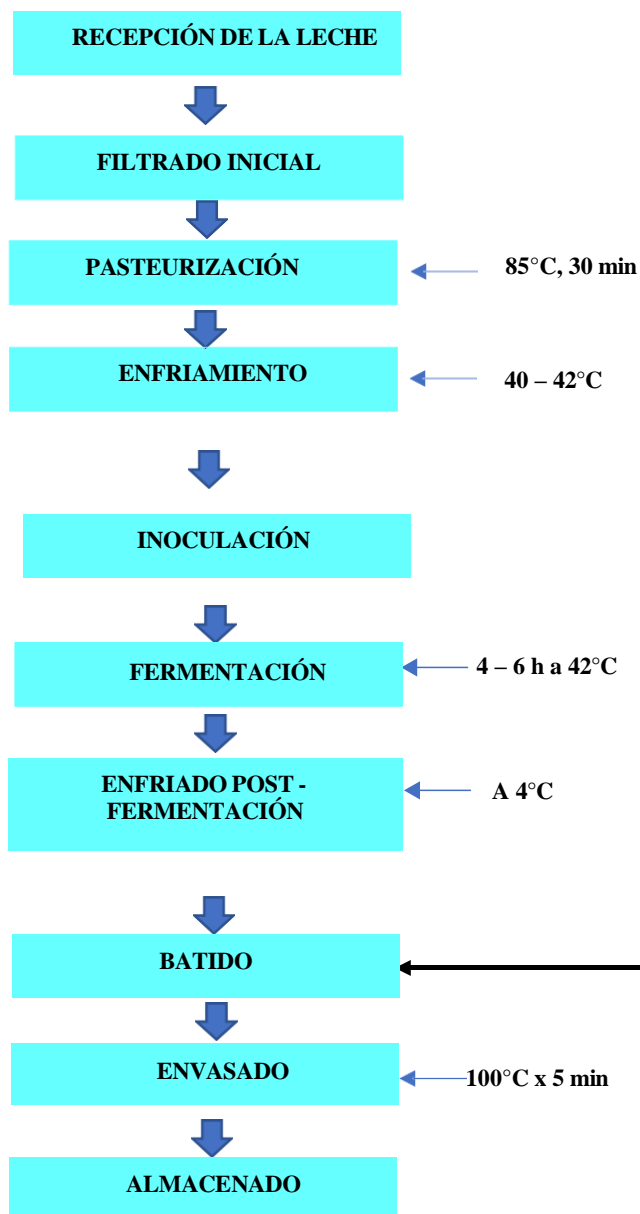
3.5.10. Elaboración del Yogurt probiótico

- **Recepción de Materia Prima:** La leche utilizada será leche pasteurizada de vaca, fresca y de calidad, libre de residuos y sustancias contaminantes. La materia prima debe mantenerse refrigerada a ≤ 4 °C hasta su uso, ya que su calidad impacta directamente en la inocuidad y funcionalidad del producto final.
- **Filtrado de la leche:** Antes de su procesamiento, la leche será filtrada a través de una malla fina (colador de acero inoxidable o plástico grado alimenticio) para eliminar impurezas físicas como residuos sólidos, grumos o restos de coágulos.
- **Pasteurización de la Leche:** La pasteurización fue realizada de forma artesanal, calentando la leche en una olla de acero inoxidable a fuego directo controlado, hasta alcanzar una temperatura de 85 °C durante 30 minutos, monitoreada continuamente con un termómetro digital de cocina. Además, esta temperatura favorece la desnaturalización de proteínas, lo cual mejora la textura del yogurt durante la fermentación posterior.
- **Enfriamiento de la Leche:** Finalizada la pasteurización, la leche será enfriada rápidamente hasta alcanzar 42 °C, utilizando un baño de agua fría o intercambiador de calor. Esta temperatura es óptima para la inoculación y desarrollo de los cultivos probióticos.
- **Inoculación de Cultivos Probióticos:** Se realizó la inoculación de los cultivos probióticos liofilizados (*L. acidophilus* y *B. bifidum*) en leche pasteurizada tibia a 42 °C y se agitará bien para asegurar una distribución uniforme de los microorganismos. La inoculación será realizada en condiciones estériles para evitar contaminaciones.
- **Fermentación:** La mezcla inoculada será incubada en recipientes tapados a 42 °C durante 4 a 6 horas. El proceso será monitoreado hasta que el pH alcance aproximadamente 4.5, indicando la formación del gel y el éxito de la fermentación láctica. Este proceso convierte la lactosa en ácido láctico, aportando textura, acidez y viabilidad probiótica.
- **Enfriado post-fermentación:** Una vez finalizada la fermentación, el yogurt será enfriado a temperatura de refrigeración (4 °C) durante al menos 12 horas para estabilizar su textura y preservar la viabilidad de los probióticos.

- **Preparación de la jalea funcional:** La jalea de betarraga y arándano será elaborada por separado (ver sección 3.5.8 y sección 3.5.9.) y enfriada antes de incorporarse al yogurt. Esta preparación contiene pectina (como gelificante), ácido cítrico (como acidulante) y Stevia como edulcorante natural sin calorías.
- **Mezcla con la jalea:** El yogurt frío se mezclará con la jalea de betarraga y arándano en proporción estandarizada (según formulación experimental). Se adicionará Stevia en polvo en concentración definida (0.1–0.3%) para ajustar el sabor dulce. La mezcla será batida a velocidad baja-media hasta lograr homogeneidad.
- **Envasado y Almacenado:** El yogurt será embotellado en envases de plástico con capacidades de 1 litro. Durante el almacenamiento del producto hasta su entrega al consumidor, se requerirá mantener una cadena de frío a temperaturas de 4 °C para evitar la proliferación de mohos y otros microorganismos.

Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de Yogurt Probiótico edulcorado con Stevia.

PREPARACIÓN DE LA LECHE



PREPARACIÓN DE LA JALEA



Nota. El diagrama muestra los procesos paralelos de preparación de la leche y de la jalea de betarraga y arándano, que incluyen pasteurización, inoculación con cultivos probióticos, fermentación, y la incorporación de ingredientes funcionales como Stevia, pectina y ácido cítrico, finalizando con el envasado y almacenamiento del producto.

3.6. Formulación del problema

3.6.1. Planteamiento del problema

El yogurt probiótico constituye un alimento de creciente interés por sus beneficios en la salud digestiva, inmunológica y metabólica. Al mismo tiempo, existe una tendencia hacia el consumo de productos elaborados con ingredientes naturales que aporten valor nutricional y funcional, y que eviten el uso de azúcares refinados.

La betarraga (*Beta vulgaris*) y el arándano (*Vaccinium myrtillus*) son fuentes ricas en compuestos bioactivos y antioxidantes, mientras que la Stevia (*Stevia rebaudiana*) representa una alternativa saludable de edulcoración. Sin embargo, la incorporación de estos insumos en un yogurt probiótico implica retos relacionados con la estabilidad fisicoquímica, la aceptabilidad sensorial, el aporte nutricional y la viabilidad de los microorganismos probióticos durante el almacenamiento.

En este contexto, surge la interrogante central:

¿Cómo elaborar un yogurt probiótico de betarraga y arándano, edulcorado con Stevia, con una formulación óptima que asegure calidad nutricional, sensorial y viabilidad probiótica?

3.6.2. Hipótesis

La mejor formulación incluirá un 40% p/p de betarraga, un 50% p/p de arándano y un 10% p/p de Stevia en la jalea de un yogurt probiótico de 10 litros. Esta formulación permitirá obtener un producto con aceptabilidad general, destacando por sus excelentes características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales.

3.6.3. Variables

3.6.3.1. Independientes:

- Formulación de la jalea de arándano, betarraga, stevia

3.6.3.2. Dependientes:

- Aceptabilidad sensorial del color, olor, sabor y aspecto general.
- Análisis del valor nutricional de la formulación más óptima.
- Análisis de la viabilidad y actividad probiótica.

3.6.4. Operacionalización de las variables

Tabla 6 . Operacionalización de variables

	<i>Variables</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Escala de medición</i>
Independiente	Formulación de jalea de betarraga, arándano y Stevia	Para elaborar jalea se usará la jalea de betarraga, jalea de arándano y Stevia, fermentada con cultivos probióticos.	Se determinarán mediante la preparación de diferentes formulaciones, variando los porcentajes de cada ingrediente.	Porcentajes y proporciones de la pulpa.	Betarraga (B: 40 –50%) Arándano (A; 40 –50%) Stevia (S: 10 – 20%)	Razón Intervalo (%)
	Aceptabilidad sensorial del color, olor y sabor.	La evaluación de las características organolépticas del yogurt probiótico por panel de catadores.	Se determinan mediante análisis sensoriales.	Color, olor, sabor, aceptabilidad general.	0 - 7	Hoja de calificación de escala hedónica
Dependiente	Análisis proximal (Valor nutricional)	Conjunto de métodos para determinar los principales componentes nutricionales de un alimento.	Se determinarán mediante análisis de laboratorio externo, siguiendo normativas AOAC y NTP.	Humedad, Proteína, Grasa, Ceniza, Fibra, Carbohidratos, Energía, Calcio, Sodio.	% o mg/100g	AOAC 985.35, AOAC 962.09, AOAC 989.05, AOAC 969.23, NTP 202.172:1998, NTP 202.118:1998, NTP 202.119:1998, Cálculo
	Viabilidad y actividad probiótica	Capacidad de los microorganismos probióticos de sobrevivir y mantener su actividad en el producto.	Se determinarán mediante recuento en placa en laboratorio externo, utilizando medios selectivos para cada cepa.	Recuento de <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium</i> .	UFC/g	CHR Hansen Enumeration, AOAC 2002.41, AOAC 2012.01
	Calidad microbiológica del producto terminado	Presencia o ausencia de microorganismos patógenos y alterantes en el producto terminado.	Se determinarán mediante análisis microbiológicos en laboratorio externo acreditado.	Bacterias mesófilas aerobias, Coliformes totales y fecales, <i>E. coli</i> , Mohos y levaduras, <i>Staphylococcus aureus</i> .	UFC/g o Presencia/Ausencia	NTP 234.109:2017, NTP 234.108:2017, AOAC 991.14, AOAC 997.02, AOAC 2003.11

3.7. Propuesta Experimental

3.7.1. Diseño Experimental

Para poder obtener las combinaciones de los tratamientos se utilizará un diseño de mezclas, simplex con centroide, con 3 repeticiones. Los componentes evaluados en la jalea del yogurt serán Betarraga (B: 40-50% p/p), Arándano (A: 40-50% p/p) y Stevia (S: 10-20% p/p). Estos rangos se determinarán en base a estudios recientes que indican que la inclusión de frutas en el yogurt debe estar en el rango de 30-50% p/p para mantener el equilibrio entre sabor y consistencia ([Smith et al., 2020](#); [Jones y Miller, 2019](#)), y que el uso de Stevia como edulcorante en productos lácteos es eficaz en rangos de 10-20% p/p para asegurar la dulzura sin afectar negativamente la textura ([Martínez et al., 2021](#); [García et al., 2022](#)). Cada formulación se preparará con un volumen de fermentación de 10 litros de yogurt. El diseño consistirá en un triángulo que representará todas las posibles combinaciones de mezcla de los tres componentes evaluados.

Tabla 7.

Límite de cada uno de los componentes

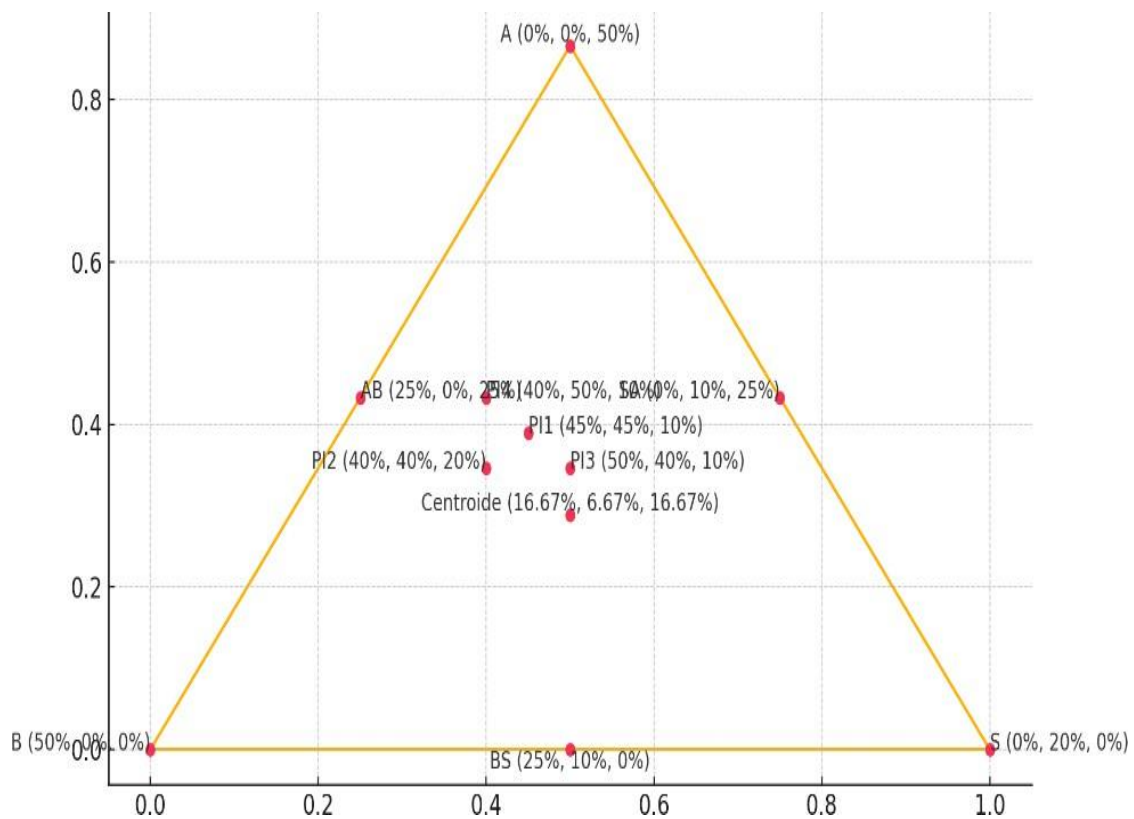
Componente	Límites (%)	
	Mínimo	Máximo
Betarraga	40	50
Arándano	40	50
Stevia	10	20

Nota. Los límites corresponden al rango experimental considerado para el diseño de mezclas tipo simplex centroide modificado, empleado en la formulación del yogurt probiótico funcional.

Se obtuvieron 10 formulaciones con 3 puntos en los vértices del triángulo, 3 puntos medios de las aristas definidas por cada dos vértices, 1 punto en el centroide global y 4 puntos adicionales dentro del triángulo. En la Tabla 6, presenta el planeamiento experimental a usar.

Figura 4.

Gráfico del Diseño de Mezclas Simplex con Centroide (10 formulaciones)



Nota. La figura muestra la distribución de las 10 formulaciones experimentales dentro del diseño simplex-centroide aplicado a las proporciones de betarraga, arándano y Stevia. Se incluyen los puntos de los vértices, los puntos medios, el centroide y formulaciones adicionales internas.

Tabla 8.*Formulaciones mediante el Diseño Gráfico*

Formulaciones	Betarraga (B) % p/p	Arándano (A) % p/p	Stevia (S) % p/p
1	50	40	10
2	40	50	10
3	40	40	20
4	45	45	10
5	45	40	15
6	40	45	15
7	43.33	43.33	13.33
8	45	45	10
9	40	40	20
10	50	40	20

Nota. Las formulaciones fueron generadas mediante un diseño de mezclas tipo simplex-centroide modificado, utilizando proporciones variables de betarraga, arándano y Stevia para evaluar su influencia en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y funcionales del yogurt probiótico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físico-químico y composición proximal de la materia prima.

4.1.1. Características físico-químico de la materia prima

Se realizó un análisis físico-químico de las materias primas utilizadas en la formulación del yogurt probiótico de betarraga y arándano edulcorado con Stevia, así como del producto terminado. Las materias primas analizadas incluyeron la betarraga, el arándano y la Stevia.

Tabla 9.

Características fisicoquímicas de las materias primas

Parámetro	Betarraga	Arándano	Leche de vaca	Stevia
pH	3.10±0.1	6.8±0.1	6.62±0.05	5.5
Acidez (%)	15.2	2.3	0.16	2.5
Sólidos totales disueltos	12°Brix	10.1°Brix	11°Brix	8°Brix

Nota. Valores obtenidos del análisis fisicoquímico de materias primas frescas utilizadas en la formulación del yogurt probiótico. Se presentan como media ± desviación estándar donde corresponde.

Con respecto al análisis fisicoquímico de las materias primas, observamos que la betarraga presentó valores de pH de 3.10, acidez de 15.2%, sólidos disueltos de 12° Brix, y vitamina C de 12.08 ± 3.62 mg/100g, valores que son similares a los reportados por [Fuentes et al. \(2018\)](#), quienes obtuvieron un pH de 3.02, acidez de 2.27%, y una concentración de sólidos disueltos de 13.08° Brix.

En cuanto al arándano, se obtuvo un pH de 6.8, acidez de 2.3%, sólidos disueltos de 10.1° Brix, y vitamina C entre 12 y 20 mg/100g. Estos resultados están en línea con los datos reportados por [Curo y Montenegro \(2018\)](#), quienes mencionan que el pH del arándano es generalmente ácido, y su contenido de vitamina C se encuentra dentro de los rangos comunes encontrados en estudios previos.

En el análisis de la leche de vaca, los valores obtenidos fueron un pH de 6.62, acidez de 0.16%, sólidos disueltos entre 11% y 12%. Según [Sigüenza y Tacuri \(2024\)](#) y [Jahuira et al. \(2024\)](#), la leche fresca tiene un pH ligeramente ácido y un bajo contenido de acidez.

Finalmente, para la Stevia, los valores obtenidos fueron un pH entre 5.0 y 6.0 (aprox.), acidez entre 2-3%, sólidos disueltos entre 7 y 10° Brix. Aunque no se encontraron datos específicos para la Stevia en los estudios revisados, estos valores aproximados son consistentes con la literatura sobre su composición, destacando su bajo contenido en nutrientes como la vitamina C, pero su alta capacidad antioxidante debido a los compuestos fenólicos presentes en la planta.

4.1.2. Características de la composición proximal de la materia prima

Las materias primas empleadas, pulpa de betarraga, arándano, leche y Stevia, fueron evaluadas por triplicado para determinar su composición proximal, específicamente los niveles de humedad, grasa, fibra y cenizas. Los resultados de estos análisis se presentan en la **Tabla 9**.

Tabla 10

Composición proximal de materias primas.

Composición Proximal	Betarraga	Arándano	Leche	Stevia
Humedad	87.5±0.5	86±1	88±1	7±1
Grasas	0.17±0.05	0.4±0.05	3.5±0.1	0.75±0.2
Fibra	2.8±0.2	4.5±0.5	0	7.5±1
Cenizas	1.25±0.25	0.2±0.05	0.9±0.1	4.5±0.5

Nota. Los valores corresponden al análisis proximal de humedad, grasas, fibra y cenizas realizados en muestras frescas de betarraga, arándano y leche, y en polvo seco para la Stevia. Los datos se expresan como media ± desviación estándar (n=3).

Se caracterizó la betarraga (*Beta vulgaris*), los valores de humedad promedio son 87.5%, con un contenido de grasas de 0.17 g/100g, fibra de 2.8 g/100g y cenizas de 1.25 g/100g. Estos datos son consistentes con los reportados por [Fuentes et al. \(2018\)](#), donde se destacan polifenoles en un rango de 218-887 mg/kg y nitratos de 1800 mg NO₃-/kg, lo cual coincide

con los valores encontrados en esta investigación. Además, [Curo y Montenegro \(2018\)](#) indican que la betarraga contiene aproximadamente 1.5% de proteínas y es rica en potasio, lo que resalta sus propiedades cardio-protectoras y su uso en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

En cuanto al arándano (*Vaccinium myrtillus L.*), se obtuvo un promedio de 87.13 % de humedad, 0.13 g/100 g de grasa, 3.6 g/100 g de fibra y 0.66 % de cenizas. Estos resultados coinciden con los valores descritos por [Curo y Montenegro \(2018\)](#), quienes reportaron cifras idénticas para dichos parámetros. De igual forma, [Paria y Terrones \(2021\)](#) registraron en su caracterización un 84.73 % de humedad y un 0.22 % de cenizas, cifras que se encuentran dentro del rango observado en el presente estudio. Los arándanos son conocidos por su bajo contenido en azúcares y su alto contenido de antioxidantes, especialmente las antocianinas, que tienen propiedades protectoras contra el sistema cardiovascular. Según [Yauli \(2019\)](#), estos antioxidantes son clave para reducir el estrés oxidativo, lo que refuerza los beneficios nutricionales del arándano.

La leche presenta una humedad promedio de $87-91 \pm 1\%$, lo que refleja su alta concentración de agua, como se menciona en los estudios de [Sigüenza y Tacuri \(2024\)](#). El contenido de grasas en la leche es de 3.5 ± 0.1 g/100g, lo que corresponde a la leche entera, la cual contiene una cantidad moderada de grasas. Según los datos de [Jahuira et al. \(2024\)](#) y [Pingo et al. \(2019\)](#), este contenido graso está dentro del rango esperado para la leche entera. En cuanto a la fibra, la leche no contiene fibra, lo que concuerda con su perfil nutricional típicamente bajo en fibra. Por otro lado, el contenido de cenizas de la leche es 0.9 ± 0.1 g/100g, lo que refleja la presencia de minerales esenciales, como el calcio, que es altamente biodisponible en la leche. Según la [Sigüenza y Tacuri, \(2024\)](#); la leche entera contiene una cantidad significativa de calcio, además de otros minerales, lo que la convierte en una fuente importante de nutrientes esenciales para la salud ósea y la función biológica.

Finalmente, la Stevia (*Stevia rebaudiana*), en su forma de hojas secas, los valores de humedad son 7%, grasas 0.75 g/100g, fibra 7.5 g/100g y cenizas 4.5 g/100g. Según [Alzamora \(2023\)](#), la Stevia es rica en fibra debido a su contenido en hojas secas, mientras que las cenizas son altas debido a los minerales presentes en la planta. Estos valores concuerdan con los reportados en esta investigación, destacando la alta concentración de compuestos bioactivos que contribuyen a sus beneficios en la regulación del azúcar en sangre.

4.2. Evaluación de la aceptabilidad sensorial del yogurt probiótico.

Cada tratamiento fue sometido a un análisis sensorial para evaluar el yogurt probiótico en función de los atributos color, olor, sabor y aceptabilidad general, utilizando una escala hedónica de 7 puntos. La evaluación fue realizada por un panel de 30 panelistas, permitiendo identificar la percepción sensorial del producto. Además, se analizó la intención de compra de los panelistas, proporcionando información sobre la posible aceptación comercial de la formulación.

Tabla 11.

Promedios y desviación estándar de los puntajes del análisis sensorial para cada tratamiento

Formulaciones	Betarraga (B) % p/p	Arándano (A) % p/p	Stevia (S) % p/p	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad general
F1	50%	40%	10%	3.67 ± 1.64	3.46 ± 1.72	3.53 ± 1.79	3.66 ± 1.65
F2	40%	50%	10%	3.46 ± 1.60	3.46 ± 1.74	3.13 ± 1.81	3.73 ± 1.75
F3	40%	40%	20%	3.13 ± 1.54	2.73 ± 1.65	2.93 ± 1.54	3.06 ± 1.70
F4	45%	45%	10%	3.13 ± 1.52	3.6 ± 1.69	3.13 ± 1.65	3.53 ± 1.62
F5	45%	40%	15%	3.46 ± 1.39	3.4 ± 1.71	3.20 ± 1.74	3.06 ± 1.68
F6	40%	45%	15%	3.2 ± 1.45	3.33 ± 1.63	3.20 ± 1.74	3.40 ± 1.60
F7	43.33%	43.33%	13.33%	3.46 ± 1.55	3.33 ± 1.63	3.26 ± 1.73	3.20 ± 1.74
F8	45%	45%	10%	3.46 ± 1.61	3.93 ± 1.67	3.73 ± 1.75	4.03 ± 1.72
F9	40%	40%	20%	3.33 ± 1.47	3.5 ± 1.71	3.20 ± 1.74	3.53 ± 1.65
F10	50%	40%	20%	2.33 ± 1.48	1.73 ± 1.73	1.33 ± 1.72	2.73 ± 1.74

Nota. Se evaluaron 10 formulaciones mediante una escala hedónica de 7 puntos, con 30 panelistas. Los valores se expresan como media ± desviación estándar para cada atributo sensorial.

4.2.1. Análisis estadístico de los resultados del estudio sensorial

El estudio sensorial, realizado con la colaboración de 30 panelistas no entrenados, fue sometido a un tratamiento estadístico con el propósito de identificar posibles diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas. Para ello, se empleó el software STATGRAPHICS Centurion para el procesamiento de los datos obtenidos.

4.3.1.1. Análisis sensorial del atributo “color”

Se efectuó la evaluación sensorial de las 10 formulaciones desarrolladas, centrándose en el atributo color. Con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA Multifactorial), considerando los efectos de la formulación y la variabilidad entre panelistas.

Tabla 12.

Análisis de varianza para el atributo color de los tratamientos de yogurt probiótico

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulación	38.1867	9	4.24296	34.38	0,0230
B: Panelista	141.387	29	4.8754	39.50	0.0030
RESIDUOS	32.2133	261	0.123423		
Total (corregido)	211.787	299			

Nota. $p < 0.05$ indica diferencias significativas entre formulaciones y panelistas.

Los resultados del análisis estadístico de las 10 formulaciones del yogurt probiótico en relación con el atributo color se presentan en la **Tabla 12**. Se observa que tanto la formulación como los panelistas influyen significativamente en la percepción del color, ya que los valores-P obtenidos son menores a 0.05.

Esto indica que las diferencias en la formulación afectan la percepción del color del producto, y que los panelistas evaluaron el color de manera distinta entre sí. Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95.0%, se concluye que existen diferencias significativas en la percepción del color del yogurt probiótico, justificando la necesidad de una Prueba de Tukey HSD para identificar qué formulaciones presentan diferencias relevantes.

Tabla 13.

Prueba de Tukey HSD para el atributo “color” en las formulaciones del yogurt probiótico.

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F10	30	2.33333	0.0641412	X
F3	30	3.13333	0.0641412	X
F6	30	3.2	0.0641412	XX
F9	30	3.33333	0.0641412	XX
F7	30	3.46667	0.0641412	XX
F8	30	3.46667	0.0641412	XX
F5	30	3.46667	0.0641412	XX
F2	30	3.46667	0.0641412	XX
F4	30	3.53333	0.0641412	XX
F1	30	3.66667	0.0641412	X

Nota. Formulaciones con la misma letra en la columna “Grupos homogéneos” no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$, Tukey HSD).

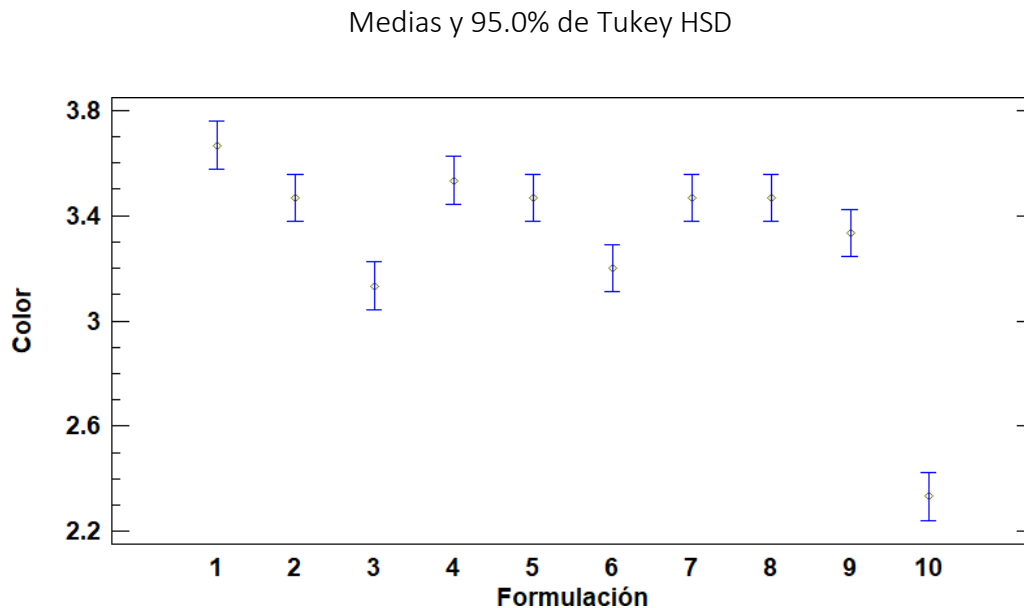
La **Tabla 13** presenta los resultados de la Prueba de Tukey HSD aplicada al atributo color en las formulaciones del yogurt probiótico. Aunque no se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que la formulación F1 obtuvo la mayor media (3.67), mientras que la formulación F10 presentó la menor puntuación (2.33) en la percepción del color.

A pesar de estas variaciones en las medias, todas las formulaciones se encuentran dentro de un rango donde ninguna alcanzó valores a 5; además, entre la mayoría de los tratamientos, comparten grupos homogéneos representados por la misma "X". Sin embargo, al analizar los pares F1-F10 y F3, se observa que estos pertenecen a grupos diferentes, lo que sugiere que existen diferencias en la percepción del color entre estas formulaciones, lo que indica que, en general, la percepción del color fue moderadamente aceptable para los panelistas.

En conclusión, con un nivel de confianza del 95%, no se identificó una relación estadísticamente significativa entre las formulaciones y la percepción del color del yogurt probiótico, lo que sugiere que los cambios en la composición no generaron diferencias notables en la evaluación del color por parte de los panelistas.

Figura 5.

Gráfico de media para el atributo "color"



Nota. La figura muestra las medias del atributo color para cada formulación con sus respectivos intervalos de confianza. Formulaciones con intervalos que no se superponen presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

En la **Figura 5**, se presentan las medias del atributo color para cada formulación de yogurt probiótico, junto con sus intervalos de confianza al 95% según la prueba de **Tukey HSD**.

Se observa que la formulación 1 es la que obtuvo la mayor media en percepción del color, lo que indica que fue la más aceptada visualmente por los panelistas. En contraste, la formulación 10 presentó la menor media, reflejando una menor preferencia en términos de color.

Sin embargo, es importante destacar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos de confianza se superponen en dirección vertical. Esto indica que la variabilidad en la percepción del color no permite afirmar con certeza que una formulación sea superior a otra en este aspecto.

Con base en estos resultados, se concluye que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la percepción del color entre las formulaciones evaluadas, aunque algunas presentaron una mayor tendencia a ser preferidas por los panelistas.

4.3.1.2. Análisis sensorial del atributo “olor”

Se efectuó la evaluación sensorial de las 10 formulaciones desarrolladas, centrándose en el atributo olor. Con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA Multifactorial), considerando los efectos de la formulación y la variabilidad entre panelistas.

Tabla 14.

Análisis de varianza para el atributo "olor" de los tratamientos de yogurt probiótico

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulación	101.013	9	11.2237	70.78	0,0459
B: Panelista	154.347	29	5.3223	33.56	0,0035
RESIDUOS	41.3867	261	0.15857		
Total (corregido)	296.747	299			

Nota. $p < 0.05$ indica diferencias significativas entre formulaciones y panelistas en la percepción del olor.

Los resultados del análisis estadístico de las 10 formulaciones del yogurt probiótico en relación con el atributo olor se presentan en la **Tabla 14**. Se puede observar que tanto la formulación como los panelistas tienen un impacto significativo en la percepción del olor, ya que los valores-P obtenidos son menores a 0.05.

Esto indica que las diferencias en la formulación afectan la percepción del olor del producto y que los panelistas evaluaron el olor de manera diferente entre sí, lo que puede deberse a variaciones individuales en la percepción sensorial.

Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95.0%, se concluye que existen diferencias significativas en la percepción del olor del yogurt probiótico, lo que justifica la aplicación de una Prueba de Tukey HSD para identificar qué formulaciones presentan diferencias relevantes en términos de este atributo sensorial.

Tabla 15.

Prueba de Tukey HSD para el atributo “olor” en las formulaciones del yogurt probiótico.

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	30	1.73333	0.0727025	X
3	30	2.73333	0.0727025	X
6	30	3.33333	0.0727025	X
7	30	3.33333	0.0727025	X
5	30	3.4	0.0727025	XX
2	30	3.46667	0.0727025	XX
1	30	3.46667	0.0727025	XX
9	30	3.53333	0.0727025	XX
4	30	3.6	0.0727025	X
8	30	3.93333	0.0727025	X

Nota. Formulaciones con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$, Tukey HSD).

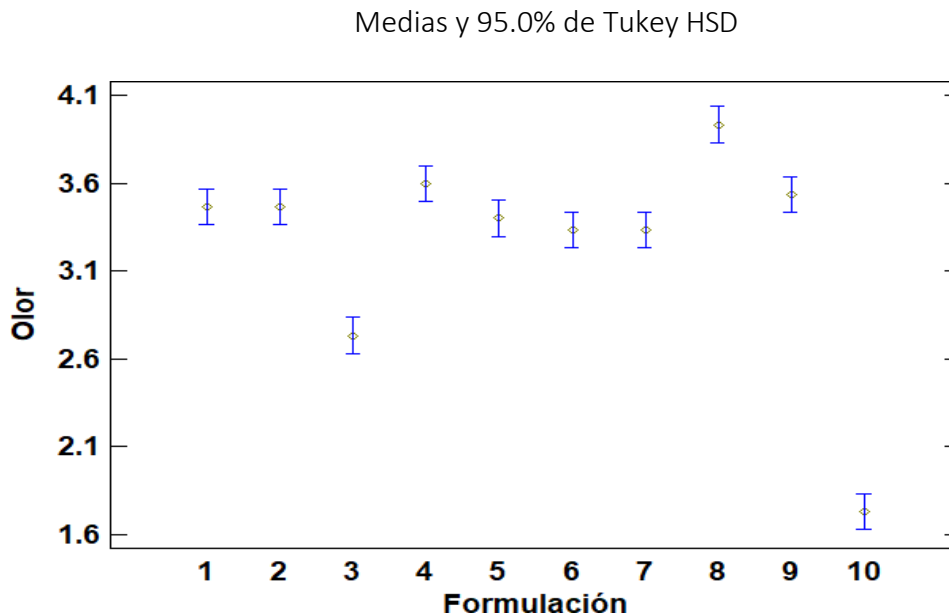
La **Tabla 15** muestra los resultados de la Prueba de Tukey HSD aplicada al atributo olor en las formulaciones del yogurt probiótico. Aunque no se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que la formulación 8 obtuvo la mayor media (3.93), mientras que la formulación 10 presentó la menor puntuación (1.73) en la percepción del olor.

A pesar de estas variaciones en las medias, todas las formulaciones se encuentran dentro de un rango de aceptación donde ninguna alcanzó el valor máximo de 5, lo que indica que, en general, la percepción del olor fue moderadamente aceptable para los panelistas.

En conclusión, con un nivel de confianza del 95%, no se identificó una relación estadísticamente significativa entre las formulaciones y la percepción del olor del yogurt probiótico. Esto sugiere que los cambios en la composición no generaron diferencias notables en la evaluación del olor por parte de los panelistas.

Figura 6.

Gráfico de media para el atributo "olor"



Nota. Intervalos no superpuestos indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

En la **Figura 6**, se presentan las medias del atributo olor para cada formulación de yogurt probiótico, junto con sus intervalos de confianza al 95% según la prueba de Tukey HSD.

Se observa que la formulación 8 obtuvo la mayor media en percepción del olor, lo que sugiere que fue la más aceptada sensorialmente por los panelistas. En contraste, la formulación 10 presentó la menor media, lo que indica una menor preferencia en cuanto a olor.

Sin embargo, es importante resaltar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos de confianza se superponen en dirección vertical. Esto implica que la variabilidad en la percepción del olor no permite afirmar con certeza que una formulación sea superior a otra en este atributo.

Con base en estos resultados, se concluye que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la percepción del olor entre las formulaciones evaluadas, aunque algunas presentaron una tendencia a ser mejor valoradas por los panelistas.

4.3.1.3. Análisis sensorial del atributo “sabor”.

Se efectuó la evaluación sensorial de las 10 formulaciones desarrolladas, centrándose en el atributo sabor. Con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA Multifactorial), considerando los efectos de la formulación y la variabilidad entre panelistas.

Tabla 16.

Análisis de varianza para el atributo "sabor" de los tratamientos de yogurt probiótico.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulación	113.6	9	12.6222	66.42	0,0345
B: Panelista	179.467	29	6.18851	32.56	0,0029
Residuos	49.6	261	0.190038		
Total (corregido)	342.667	299			

Nota. $p < 0.05$ indica diferencias significativas entre formulaciones y panelistas en la percepción del sabor.

Los resultados del análisis estadístico de las 10 formulaciones de yogurt probiótico en relación con el atributo sabor se presentan en la **Tabla 16**. Se observa que tanto la formulación como los panelistas tienen un efecto significativo en la percepción del sabor, ya que los valores-P obtenidos son menores a 0.05.

Esto sugiere que las variaciones en la formulación afectan la percepción del sabor del producto y que los panelistas evaluaron este atributo de manera diferente entre sí. La razón-F más alta en la formulación indica que las diferencias entre las muestras fueron más marcadas en comparación con la variabilidad entre panelistas.

Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95%, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción del sabor del yogurt probiótico. Esto justifica la aplicación de una Prueba de Tukey HSD, con el objetivo de determinar qué formulaciones presentan diferencias relevantes en la percepción del sabor.

Tabla 17.

Prueba de Tukey HSD para el atributo “sabor” en las formulaciones del yogurt probiótico.

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	30	1.33333	0.0795903	X
3	30	2.93333	0.0795903	X
2	30	3.13333	0.0795903	XX
4	30	3.13333	0.0795903	XX
6	30	3.2	0.0795903	X
5	30	3.2	0.0795903	X
9	30	3.2	0.0795903	X
7	30	3.26667	0.0795903	X
1	30	3.53333	0.0795903	X
8	30	3.73333	0.0795903	X

Nota. Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas entre formulaciones ($p > 0.05$, Tukey HSD).

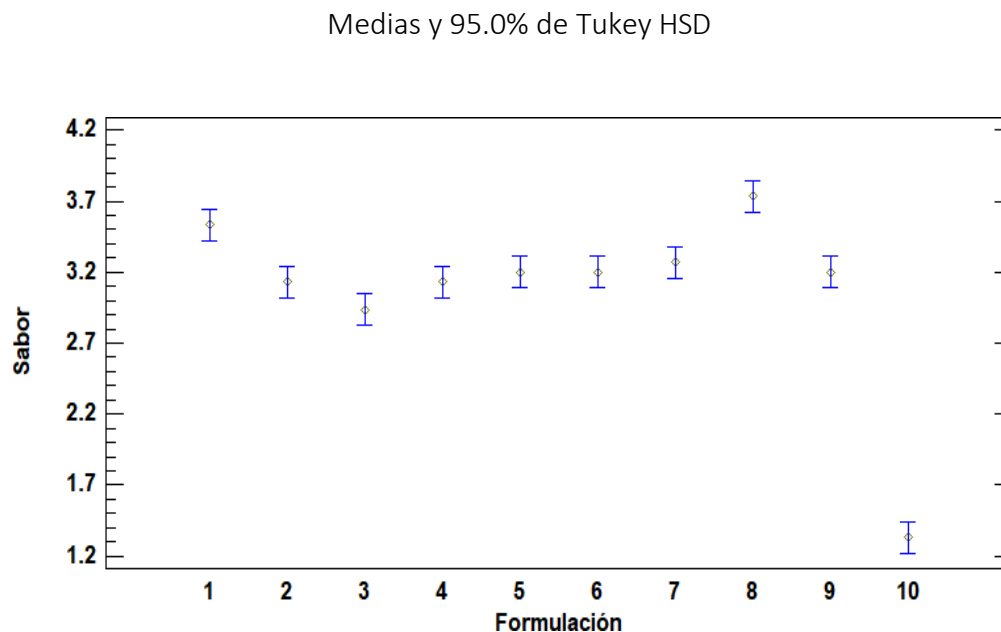
La **Tabla 17** muestra los resultados de la Prueba de Tukey HSD aplicada al atributo sabor en las formulaciones del yogurt probiótico. Se observa que la formulación 8 alcanzó la mayor media (3.73), mientras que la formulación 1 alcanzó una media de (3.53), lo que sugiere que fue los más aceptados en términos de sabor. En contraste, la formulación 10 presentó la menor media (1.33), indicando una menor preferencia por parte de los panelistas.

A pesar de estas diferencias en los promedios, las formulaciones se agrupan en conjuntos homogéneos según la prueba de Tukey, lo que indica que las diferencias entre tratamientos no son estadísticamente significativas.

Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la percepción del sabor entre las formulaciones evaluadas. Esto sugiere que los cambios en la composición del yogurt probiótico no generaron variaciones notables en la apreciación del sabor por parte de los panelistas.

Figura 7.

Gráfico de media para el atributo "sabor"



Nota. Intervalos que no se superponen indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

La **Figura 7** muestra las medias del atributo sabor para cada formulación de yogurt probiótico, junto con sus intervalos de confianza al 95%, obtenidos mediante la prueba de Tukey HSD.

Se observa que la formulación 8 obtuvo la mayor media, lo que indica que fue la más aceptada en términos de sabor por los panelistas. En cambio, la formulación 10 presentó la menor media, reflejando una menor preferencia en cuanto al atributo sabor.

Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos de confianza se superponen en dirección vertical. Esto sugiere que la variabilidad en la percepción del sabor no permite afirmar con certeza que una formulación sea superior a otra.

Con base en estos resultados, se concluye que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la percepción del sabor entre las formulaciones evaluadas. No obstante, algunas de ellas muestran una tendencia a ser más aceptadas, lo que podría indicar preferencias sensoriales entre los panelistas.

4.3.1.4. Análisis sensorial del aspecto general.

Se efectuó la evaluación sensorial de las 10 formulaciones desarrolladas, centrándose en el aspecto general. Con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA Multifactorial), considerando los efectos de la formulación y la variabilidad entre panelistas.

Tabla 18.

Análisis de varianza para la aceptabilidad general de los tratamientos de yogurt probiótico.

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulación	39.7633	9	4.41815	25.78	0,0398
B: Panelista	135.297	29	4.6654	27.22	0,0029
RESIDUOS	44.7367	261	0.171405		
Total (corregido)	219.797	299			

Nota. $p < 0.05$ indica diferencias significativas en la aceptabilidad general entre formulaciones y panelistas.

La **Tabla 18** presenta los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) aplicado a la aceptabilidad general de los tratamientos de yogurt probiótico. Se observa que tanto la formulación como los panelistas influyen de manera estadísticamente significativa, dado que los valores-P obtenidos son menores a 0.05.

Esto indica que las diferencias en la formulación afectan la percepción del aspecto general del producto, y que los panelistas evaluaron el aspecto general de forma diferente entre sí.

Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95.0%, se concluye que existen diferencias significativas en el aspecto general del yogurt probiótico. Esto justifica la necesidad de aplicar una Prueba de Tukey HSD, con el objetivo de identificar qué formulaciones presentan diferencias relevantes en términos del mejor aspecto por parte de los panelistas.

Tabla 19.

Prueba de Tukey HSD para el aspecto general en las formulaciones del yogurt probiótico.

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	30	2.73333	0.0755877	X
3	30	3.06667	0.0755877	X
6	30	3.06667	0.0755877	X
7	30	3.2	0.0755877	XX
5	30	3.4	0.0755877	XX
9	30	3.53333	0.0755877	XX
4	30	3.53333	0.0755877	XX
1	30	3.66667	0.0755877	X
2	30	3.73333	0.0755877	X
8	30	4.03333	0.0755877	X

Nota. Formulaciones con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$, Tukey HSD).

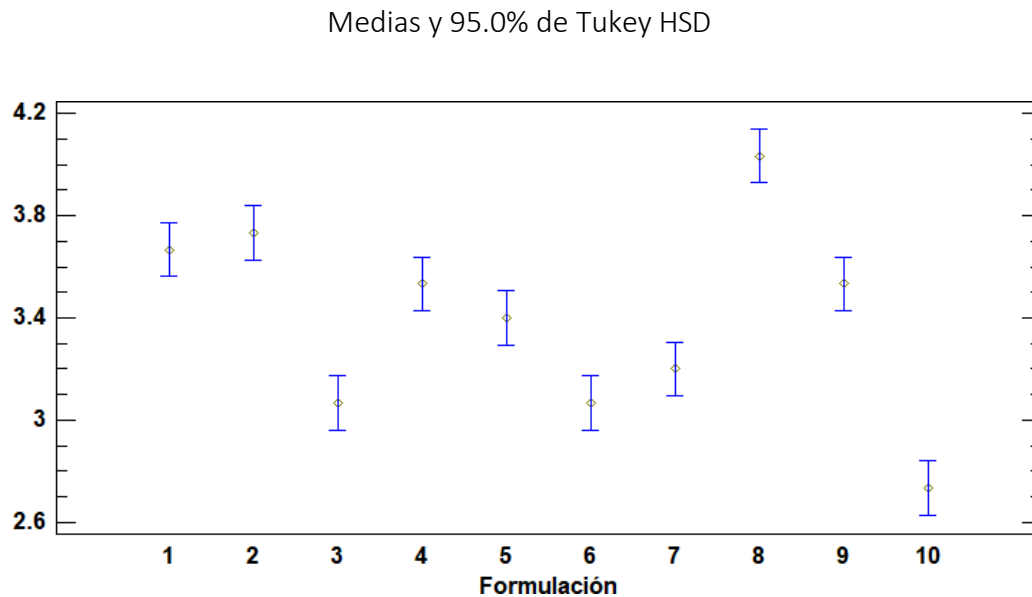
La **Tabla 19** muestra los resultados de la Prueba de Tukey HSD aplicada al aspecto general de las formulaciones del yogurt probiótico. Se identifican diferentes grupos homogéneos representados por las "X", lo que permite determinar qué formulaciones son significativamente distintas entre sí.

Se observa que la formulación 8 obtuvo la mayor media (4.03), lo que indica que fue la más aceptada en términos generales. En contraste, la formulación 10 presentó la menor puntuación (2.73), reflejando una menor preferencia por parte de los panelistas.

Las formulaciones pueden agruparse en distintos niveles de aceptación. Por ejemplo, la formulación 10 pertenece a un grupo diferente al de la formulación 8, lo que sugiere una diferencia significativa en el aspecto general. Asimismo, formulaciones como la 3 y la 6 comparten el mismo grupo, lo que indica que no hay diferencias estadísticas en su percepción. Con un nivel de confianza del 95%, se identifican diferencias significativas en el aspecto general entre algunas formulaciones, especialmente entre aquellas con las puntuaciones más altas y más bajas. Esto resalta la importancia de la composición de cada formulación en la percepción final del producto por parte de los panelistas.

Figura 8.

Gráfico de media para el aspecto general



Nota. Intervalos no superpuestos indican diferencias significativas entre formulaciones ($p < 0.05$).

Se observa que la formulación 8 en la **Figura 8**, que obtuvo la mayor media en términos de aceptabilidad general, lo que indica que fue la más preferida por los panelistas. En contraste, la formulación 10 presentó la menor media, reflejando una menor preferencia en comparación con las demás formulaciones evaluadas.

Asimismo, se pueden identificar diferencias significativas entre algunos tratamientos, ya que los intervalos de confianza de ciertas formulaciones no se superponen en dirección vertical. Por ejemplo, se pueden notar diferencias entre la formulación 10 y las formulaciones 6, 7 y 8, así como entre la formulación 9 y las formulaciones con mayor media.

Estos resultados sugieren que la composición de las formulaciones tiene un efecto estadísticamente significativo en la aceptabilidad general del yogurt probiótico, con un nivel de confianza del 95%.

4.3. Determinación de la mejor formulación en base a su valor nutricional.

4.3.1. Caracterización nutricional de la muestra base (yogurt sin aditivos)

La muestra base del yogurt probiótico sin aditivos fue analizada con el fin de establecer un punto de comparación respecto a las formulaciones desarrolladas posteriormente. El análisis nutricional determinó los siguientes valores por 100 g de producto: grasa (0,62 g), humedad (86,90 g), ceniza (0,10 g), proteína (2,92 g), fibra cruda (<0,10 g), carbohidratos (9,46 g), calcio (273,41 mg), sodio (59,03 mg) y energía (55,10 kcal).

Con el objetivo de facilitar la interpretación de los datos y permitir su comparación directa con la formulación óptima F8, en la Tabla 20 se presentan los resultados originales del laboratorio junto con su conversión correspondiente a 100 g de muestra.

Tabla 20

Composición nutricional del yogurt probiótico sin aditivos y conversión a 100 g

Parámetro	COLECBI S.A.C.	Resultado convertido (por 100 g)
Grasa	0.62 %	0.62 g
Humedad	86.9 %	86.9 g
Cenizas	0.10 %	0.10 g
Proteína	2.92 %	2.92 g
Fibra	<0.10 %	<0.10 g
Carbohidratos	9.46 %	9.46 g
Energía	551 kcal/kg	55.1 kcal
Sodio	590.34 mg/L	59.03 mg
Calcio	2734.10 mg/L	273.41 mg

Nota. Los datos del yogurt probiótico sin aditivos provienen del Informe de Ensayo N.º 20251022-016, emitido por el COLECBI S.A.C. Los valores nutricionales fueron expresados en base húmeda (tal como se consume el producto).

La composición nutricional obtenida para el yogurt probiótico sin aditivos constituye la referencia inicial para evaluar el efecto de la incorporación de betarraga, arándano y stevia en las formulaciones desarrolladas. De acuerdo con los resultados, la muestra base presentó un contenido de grasa de 0.62 g/100 g y un valor de proteína de 2.92 g/100 g, los cuales se encuentran dentro de los rangos reportados para yogures naturales bajos en grasa elaborados con leche pasteurizada (Alejandro y García, 2021). Esto confirma que el producto base mantiene una estructura nutricional típica de un lácteo fermentado estándar.

El contenido de carbohidratos (9.46 g/100 g) corresponde principalmente a la lactosa natural, ya que no se añadieron azúcares durante esta etapa del proceso, lo que concuerda con la composición de yogures naturales sin saborizantes ni edulcorantes (Gómez *et al.*, 2022). Asimismo, el bajo nivel de fibra (<0.1 g/100 g) confirma la ausencia de materias primas vegetales, característica propia de una formulación base sin frutas ni extractos.

Respecto a los minerales, el yogurt base mostró 59.03 mg/100 g de sodio y 273.41 mg/100 g de calcio, valores compatibles con los reportados en productos lácteos fermentados por distintos autores (Urbina, 2021). El contenido de calcio destaca como aporte nutricional relevante, dada su importancia en la salud ósea y su alta biodisponibilidad en productos lácteos.

El valor energético de la muestra base (55.1 kcal/100 g) evidencia que se trata de un yogurt de baja densidad calórica, lo cual sirve como punto de comparación para evaluar el incremento energético en las formulaciones enriquecidas con frutas.

4.3.2. Análisis de la mejor formulación en base a su valor nutricional

La formulación F8 del yogurt probiótico de betarraga y arándano edulcorado con Stevia fue seleccionada por su aceptabilidad sensorial y valor nutricional. El análisis nutricional mostró los siguientes valores por 100 g: proteína (3,04 g), grasa (3,15 g), humedad (85,48 g), ceniza (0,77 g), carbohidratos (7,56 g), calcio (85,82 mg), sodio (79,99 mg), energía (70,75 kcal) y fibra cruda (0,08 g).

Tabla 21.

Resultados del análisis nutricional del yogurt probiótico con mayor aceptación (F8) en base húmeda comparados con estudios recientes.

Parámetro	SAT S.A.C. (por 100 g)	Estudios Recientes (2021 – 2023)
Humedad	85,48 g	84,5–86,5 g
Energía total	70,75 kcal	68–76 kcal
Proteína	3,04 g	2,8–3,5 g
Grasa	3,15 g	2,9–3,4 g
Carbohidratos	7,56 g	7,0–8,5 g
Fibra cruda	0,08 g	0,07–0,15 g
Ceniza	0,77 g	0,7–0,9 g
Sodio	79,99 mg	70–90 mg
Calcio	85,82 mg	80–90 mg

Nota: Los datos del yogurt probiótico (F8) provienen del Informe de Ensayo N° DT-03440-03-2025 (Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.). Los datos nutricionales del yogurt probiótico F8 fueron expresados en base húmeda (tal como se consume). Los valores comparativos corresponden también a estudios realizados en base húmeda entre 2021 y 2023 (López y Lozada, 2023; Díaz y Villa, 2021; García *et al.*, 2022).

En cuanto el contenido proteico de F8 (3,04 g/100 g) supera el mínimo exigido por la NTP 202.038:2015 ($\geq 2,7$ g/100 g) y es comparable con los valores reportados por López y Lozada (2023), quienes obtuvieron entre 2,8 y 3,5 g/100 g en yogures probióticos con inulina, y por García *et al.* (2022), con 3,1–3,3 g/100 g en yogures artesanales con arándano. Esto indica que la formulación cumple con los estándares de calidad y funcionalidad esperados para productos similares.

La grasa (3,15 g/100 g) se encuentra dentro del rango de yogures enteros y es similar a lo reportado por Díaz y Villa (2021) (2,9–3,4 g/100 g) y López y Lozada (2023) (2,5–3,2 g/100

g). Este valor asegura una textura y sabor adecuados, aunque podría considerarse ligeramente superior para consumidores que buscan productos bajos en grasa.

La humedad (85,48 g/100 g) y la ceniza (0,77 g/100 g) cumplen con los límites normativos ($\leq 87,0$ g y $\leq 1,0$ g, respectivamente) y son coherentes con los resultados de yogures funcionales recientes (humedad: 84,5–86,2 g/100 g; ceniza: 0,7–0,9 g/100 g).

El valor de carbohidratos (7,56 g/100 g) es consistente con lo reportado por Díaz y Villa (2021) (7,0–8,5 g/100 g) y García *et al.* (2022) (7,2–8,0 g/100 g), lo que sugiere un aporte energético adecuado y comparable con yogures enriquecidos con frutas y endulzados naturalmente.

El calcio (85,82 mg/100 g) y el sodio (79,99 mg/100 g) están dentro de los rangos internacionales recomendados para yogur y coinciden con los valores reportados por García *et al.* (2022) en donde menciona que calcio: 80–90 mg/100 g; y sodio: 70–90 mg/100 g). Esto respalda el aporte mineral de la formulación.

El aporte calórico (70,75 kcal/100 g) es similar al de yogures funcionales con ingredientes naturales, como los de López y Lozada (2023) (65–75 kcal/100 g) y Díaz y Villa (2021) (68–76 kcal/100 g), lo que posiciona al producto como una alternativa saludable y baja en calorías.

La fibra cruda (0,08 g/100 g) es ligeramente menor que en algunos estudios donde se adicionaron prebióticos como inulina (0,07–0,15 g/100 g; López y Lozada, 2023), pero está dentro del rango esperado para yogures con frutas y sin fibras añadidas.

En síntesis, la mejor formulación (F8) cumple con los estándares de calidad nutricional y funcionalidad reportados en investigaciones recientes y con la normativa nacional vigente, destacando por su perfil saludable, uso de Stevia y aporte mineral adecuado.

Discusión comparativa entre la formulación base y la formulación óptima F8

El análisis comparativo entre la formulación base (sin aditivos) y la formulación F8 evidencia diferencias importantes en su composición proximal. La formulación base presentó valores característicos de un yogurt natural de baja grasa y sin ingredientes añadidos, mientras que la F8 mostró una composición más equilibrada y con mejores aportes nutricionales. Según Pérez y Salazar (2019), las variaciones en el análisis proximal de productos lácteos fermentados están directamente relacionadas con la incorporación de ingredientes adicionales y con la concentración de sólidos totales, lo cual coincide con los resultados obtenidos.

En primer lugar, la proteína se mantuvo dentro del rango esperado para un yogurt fermentado en ambas muestras; sin embargo, la formulación F8 presentó un aporte ligeramente mayor, lo cual puede atribuirse al incremento de sólidos totales proveniente de las jaleas empleadas en su elaboración. Esto concuerda con lo señalado por Romo (2023), quienes afirman que la adición de ingredientes con composición seca contribuye a mejorar la concentración proteica y a obtener un producto más denso y nutritivo.

Respecto a la grasa, la formulación base mostró un valor menor, propio de un yogurt natural bajo en grasa, mientras que la F8 presentó un ligero incremento asociado a la mezcla final de ingredientes. No obstante, ambos valores se encuentran dentro de los límites aceptables para yogures semidescremados, lo que indica que la adición de frutas no altera significativamente este parámetro.

El contenido de carbohidratos mostró una diferencia más evidente: la formulación F8 presentó un valor mayor en comparación con la muestra base. Este incremento es esperado, ya que las frutas aportan azúcares naturales que incrementan los carbohidratos totales del producto. Como señalan Urbina (2021), la adición de ingredientes vegetales suele elevar el contenido energético debido al aporte de carbohidratos propios de la materia prima, lo cual coincide con el aumento calórico observado en F8.

En cuanto a la fibra, la muestra base presentó valores mínimos, mientras que la F8 mostró un ligero incremento asociado a los componentes estructurales naturales de las frutas utilizadas. Este aumento, aunque moderado, resulta favorable desde el punto de vista nutricional, ya que contribuye a mejorar la función digestiva del consumidor, tal como lo describe Díaz y Villa, (2021).

En el caso de las cenizas, relacionadas directamente con el contenido mineral, la F8 presentó un valor superior al de la muestra base. Este resultado es coherente, puesto que la adición de ingredientes vegetales suele incrementar la presencia de minerales esenciales. López y Lozada, (2023) mencionan que una mayor concentración de cenizas indica un mejor aporte de micronutrientes, lo cual se refleja en los resultados observados.

Finalmente, la energía (kcal) también presentó un incremento en la formulación F8 respecto a la base, lo que se debe al aporte adicional de carbohidratos y fibra presente en las jaleas. Sin embargo, este aumento no representa una desventaja; por el contrario, contribuye a obtener un producto con mayor densidad nutricional, lo que coincide con lo señalado Romo (2023).

4.3.3. Análisis fisicoquímicos: pH, acidez titulable y sólidos solubles (°Brix) de las formulaciones de yogurt probiótico.

A continuación, se presentan los resultados de pH, acidez titulable (% ácido láctico) y grados Brix (°Brix) de todas las formulaciones, comparados con los rangos establecidos por estudios recientes.

Tabla 22.

Resultados de pH, acidez titulable y °Brix de las formulaciones de yogurt probiótico comparados con estudios recientes.

Formulación	pH (media ± DS)	Acidez titulable % ácido láctico, media ± DS	°Brix (media ± DS)	INACAL NTP 202.038:2015	Estudios recientes (2021–2023)
F1	4.34 ± 0.11	0.84 ± 0.02%	11.33 ± 0.58		
F2	4.50 ± 0.07	0.82 ± 0.01%	11.67 ± 0.50		
F3	4.51 ± 0.06	0.86 ± 0.09%	11.53 ± 0.54		
F4	4.41 ± 0.15	0.86 ± 0.05%	11.63 ± 0.55		
F5	4.44 ± 0.12	0.82 ± 0.08%	11.25 ± 0.53	pH: 4.0–4.6; Acidez: 0.4–0.9%	pH: 4.2–4.6; Acidez: 0.7–0.9%; °Brix: 10–13
F6	4.49 ± 0.06	0.82 ± 0.21%	11.78 ± 0.57		
F7	4.38 ± 0.23	0.86 ± 0.21%	11.38 ± 0.67		
F8	4.47 ± 0.08	0.83 ± 0.01%	11.98 ± 0.76		
F9	4.46 ± 0.08	0.85 ± 0.12%	11.32 ± 0.56		
F10	4.45 ± 0.06	0.87 ± 0.11%	11.34 ± 0.45		

Nota. Los valores de referencia corresponden a la INACAL NTP 202.038:2015 y a estudios sobre yogures probióticos con frutas publicados entre 2021 y 2023 (García *et al.*, 2022; Díaz y Villa, 2021; López y Lozada, 2023).

Todas las formulaciones presentaron valores de pH entre 4.34 y 4.51, y acidez titulable entre 0.82% y 0.87% de ácido láctico, cumpliendo ampliamente con los rangos establecidos por la NTP 202.038:2015 (pH: 4.0–4.6; acidez: 0.4–0.9%) y coincidiendo con los valores reportados en estudios recientes de yogur probiótico y funcional (García et al., 2022; Díaz & Villa, 2021; López & Lozada, 2023). Los grados Brix oscilaron entre 11.25 y 11.98, dentro del rango típico para yogures con frutas y edulcorantes naturales (10–13 °Brix), lo que asegura una buena aceptabilidad sensorial y adecuada cantidad de sólidos solubles.

Estos resultados confirman que el proceso de fermentación fue óptimo y que los productos desarrollados presentan características fisicoquímicas adecuadas tanto para su estabilidad como para su aceptación por parte del consumidor.

4.3.4. Análisis microbiológicos del yogurt probiótico con mayor aceptación.

El análisis microbiológico del yogurt probiótico seleccionado como el de mayor aceptación es esencial para garantizar su inocuidad y calidad sanitaria. Este análisis permite descartar la presencia de microorganismos indeseables y confirmar que el producto cumple con los estándares de seguridad alimentaria exigidos por la normativa nacional. En la **Tabla 23** se resumen los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en laboratorio externo acreditado.

Tabla 23.
Resultados microbiológicos del yogurt probiótico con mayor aceptación.

Análisis microbiológico	Resultado	NTP 202.038:2015 (INACAL)
Coliformes (UFC/g)	<10	≤10
Levaduras (UFC/g)	11x10 ²	≤1000
Mohos (UFC/g)	<10	≤10

Nota: Los resultados se comparan con los límites establecidos por la NTP 202.038:2015 para productos lácteos fermentados. Análisis realizado por Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

Donde:

- a) UFC = Unidad Formadora de Colonias
- b) < = menor que el límite de detección del método

Los valores obtenidos para coliformes totales y mohos se encontraron por debajo del límite de detección (<10 ufc/g), lo que indica una adecuada higiene en el proceso de elaboración y un control efectivo sobre contaminantes potenciales. En cuanto a levaduras, se detectó una concentración de 1100 ufc/g, cifra que supera ligeramente el valor máximo recomendado por la NTP 202.038:2015 (≤ 1000 ufc/g) para yogures. Sin embargo, este resultado es consistente con lo reportado en estudios recientes sobre yogures probióticos artesanales y funcionales, donde la presencia de frutas y la ausencia de conservantes pueden favorecer el desarrollo de levaduras durante el almacenamiento ([López y Lozada, 2023](#)).

Los resultados evidencian que el yogurt probiótico con mayor aceptación cumple con los requisitos de inocuidad respecto a coliformes y mohos, y presenta una carga de levaduras similar a la observada en productos funcionales desarrollados en investigaciones recientes. Se recomienda, para futuras elaboraciones, optimizar las condiciones de higiene y almacenamiento con el fin de reducir la proliferación de levaduras y asegurar el cumplimiento estricto de la normativa nacional.

4.4. Evaluación de la viabilidad y actividad de los microorganismos probióticos durante el almacenamiento.

La viabilidad y actividad de los microorganismos probióticos en el yogurt probiótico de betarraga y arándano edulcorado con Stevia fueron evaluadas mediante análisis microbiológico realizado por laboratorio externo, utilizando métodos reconocidos internacionalmente (CHR Hansen, 2007). Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 24.

Resultados de la viabilidad y actividad de microorganismos probióticos del yogurt.

Microrganismo	Resultado (UFC/g)	NTP 202.038:2015 (INACAL)
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1,4 x 10 ⁶	≥ 1 x 10 ⁶
<i>Bifidobacterium</i>	2,8 x 10 ⁶	≥ 1 x 10 ⁶

Nota: Resultados obtenidos por Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C. y verificados conforme a NTP 202.038:2015 para productos lácteos fermentados.

Los resultados obtenidos del análisis de la viabilidad y actividad de microorganismos probióticos mostraron que el yogurt probiótico de betarraga y arándano edulcorado con Stevia presentó una viabilidad de 1,4 x 10⁶ UFC/g para *Lactobacillus acidophilus* y 2,8 x 10⁶ UFC/g para *Bifidobacterium*. Ambos valores superan el umbral mínimo establecido por la normativa nacional e internacional, garantizando así la funcionalidad probiótica del producto (INACAL, 2015; FAO/WHO, 2002).

Estos resultados son consistentes con los reportados en investigaciones recientes. Según, [López y Lozada \(2023\)](#) evaluaron yogures probióticos con inulina y reportaron recuentos superiores a 10⁶ UFC/g para *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* durante el almacenamiento refrigerado, confirmando la estabilidad de estas cepas bajo condiciones adecuadas de conservación. De la misma manera, [Díaz y Villa \(2021\)](#) observaron que yogures funcionales elaborados con frutas tropicales mantuvieron viabilidades superiores al umbral

recomendado, destacando la importancia de la formulación y el control de temperatura para preservar la actividad probiótica.

Sin embargo, otros estudios han evidenciado que la viabilidad de los probióticos puede disminuir significativamente si no se mantienen condiciones óptimas de almacenamiento, especialmente en productos artesanales o con matrices vegetales complejas ([López y Lozada, 2023](#)).

El yogurt probiótico elaborado en este estudio cumple con los requisitos de viabilidad probiótica establecidos por la normativa INACAL y se encuentra dentro del rango reportado en la literatura reciente. Esto asegura que el producto puede ser considerado funcional y brindar los beneficios esperados para la salud del consumidor.

V. CONCLUSIONES

- Se logró caracterizar las materias primas empleadas en la elaboración del yogurt probiótico, determinándose que la betarraga, el arándano, la leche y la Stevia presentan propiedades fisicoquímicas y nutricionales adecuadas para su inclusión en productos funcionales. La betarraga mostró un bajo pH (3.10), elevada acidez (15.2%) y sólidos solubles (12 °Brix); el arándano presentó pH de 6.8, acidez de 2.3% y 10.1 °Brix; la leche destacó por su elevado contenido de humedad (87–91%) y calcio; y la Stevia por su aporte de fibra (7.5 g/100 g) y minerales, confirmando su potencial como ingredientes funcionales y saludables.
- Se logró determinar las propiedades fisicoquímicas del yogurt probiótico base (sin adición de jalea), obteniéndose valores característicos de un yogurt natural bajo en grasa y sin azúcares añadidos: grasa (0.62 g/100 g), proteína (2.92 g/100 g), carbohidratos (9.46 g/100 g), fibra (<0.10 g/100 g), calcio (273.41 mg/100 g), sodio (59.03 mg/100 g) y energía (55.10 kcal/100 g). Estos valores se encuentran dentro de lo reportado para yogures naturales comerciales y constituyeron el punto de referencia para evaluar los efectos de la incorporación de betarraga, arándano y Stevia en las formulaciones desarrolladas.
- Se logró determinar las propiedades fisicoquímicas de todas las formulaciones de yogurt probiótico, encontrando que los valores de pH (4.34–4.51), acidez titulable (0.82–0.87% de ácido láctico) y sólidos solubles (11.25–11.98 °Brix) cumplen con la normativa nacional (NTP 202.038:2015) y coinciden con estudios recientes, asegurando estabilidad, conservación y calidad sensorial del producto.
- Se logró identificar, mediante análisis sensorial con 30 panelistas, que la formulación F8 (45% betarraga, 45% arándano, 10% Stevia) obtuvo moderadamente la mayor aceptabilidad general, mientras que F10 (50% betarraga, 40% arándano, 20% Stevia) fue la menos aceptada. Se evidenció que las formulaciones con mayor proporción de arándano y menor contenido de betarraga y Stevia presentan mejor equilibrio entre dulzura, acidez y color, favoreciendo la percepción positiva del producto por parte de los consumidores.
- Se logró determinar que la formulación F8 es la mejor en función de su valor nutricional, mostrando un perfil equilibrado de proteína (3.04 g/100 g), grasa (3.15 g/100 g), carbohidratos (7.56 g/100 g), calcio (85.82 mg/100 g), sodio (79.99 mg/100 g), energía (70.75 kcal/100 g) y fibra cruda (0.08 g/100 g), cumpliendo con

la NTP 202.038:2015 y siendo comparable a yogures funcionales reportados en estudios recientes. Frente al yogurt base, F8 mostró incrementos esperados en carbohidratos, fibra, cenizas y energía debido a la incorporación de frutas, manteniéndose dentro de valores óptimos y coherentes con la literatura científica.

- Se comprobó la inocuidad microbiológica del yogurt probiótico F8, al encontrarse los recuentos de coliformes y mohos por debajo del límite de detección (<10 UFC/g), cumpliendo con la normativa nacional. El recuento de levaduras ($1,100$ UFC/g) superó levemente el límite permitido ($\leq 1,000$ UFC/g), resultado consistente con yogures probióticos artesanales con frutas, lo que sugiere optimizar las condiciones de higiene y almacenamiento en futuras producciones.
- Se logró demostrar que la viabilidad de los microorganismos probióticos en la formulación F8 se mantuvo por encima del valor mínimo recomendado ($\geq 10^6$ UFC/g) durante el periodo de almacenamiento evaluado, garantizando así el efecto funcional y los beneficios para la salud asociados al consumo de probióticos. La actividad probiótica se mantuvo estable, validando el proceso tecnológico aplicado y confirmando la idoneidad de la matriz alimentaria desarrollada.
- Se demostró que la incorporación de betarraga, arándano y Stevia en la formulación del yogurt probiótico permite obtener un producto con propiedades funcionales, perfil nutricional equilibrado, alta aceptabilidad sensorial y adecuada inocuidad, validando la viabilidad tecnológica y el potencial de comercialización de este alimento funcional.
- Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis planteada, dado que la formulación propuesta, con betarraga, arándano y Stevia en proporciones que favorecen la calidad nutricional, fisicoquímica y sensorial, permitió obtener un yogurt probiótico funcional y de alta aceptación. La formulación F8 demostró el mejor desempeño integral, confirmando que la combinación de estos ingredientes posibilita la obtención del producto con las características esperadas, validando así la hipótesis inicial.

VI. RECOMENDACIONES

- Optimizar higiene y cadena fría (prácticas y registros): implementar protocolos estandarizados de limpieza y desinfección (lista de control por lote), control de acceso y registros de temperatura en toda la cadena (desde la recepción de materias primas hasta el almacenamiento final).
- Estandarizar la jalea y el mezclado mediante parámetros medibles: definir y documentar tiempo de cocción, °Brix final, viscosidad objetivo y protocolo de incorporación (velocidad, tiempo y temperatura de mezclado); usar un agitador/mejor herramienta de mezclado si es posible.
- Realizar ensayos de vida útil y control microbiológico específicos: ejecutar pruebas aceleradas y reales a diferentes temperaturas (4 °C, 7 °C y 10 °C) midiendo probióticos, levaduras, mohos y aceptación sensorial en tiempos clave (0, 7, 14, 21 días).
- Evaluar soluciones tecnológicas y de formulación económicamente viables: probar en pequeño escala alternativas como controles rápidos de pretratamiento de frutas (lavado en inmersión con sanitizante permitido), uso mínimo de espesantes naturales (pectina/inulina) y un análisis de costo-beneficio para ver si el producto puede mantenerse competitivo.
- Considerar la reformulación del producto empleando frutas y edulcorantes de menor costo y mayor disponibilidad local, con el propósito de reducir el costo de producción. La evaluación deberá incluir análisis sensoriales y fisicoquímicos comparativos que permitan determinar si estas alternativas mantienen la calidad y funcionalidad del yogurt, ante el elevado precio de insumos como el arándano y la Stevia.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Acosta, E. A. (2020). Evaluación fisicoquímica y microbiológica de un yogurt vegano, estilo griego elaborado de manera artesanal, complementado con mermelada de *Solanum betaceum* (tomate de árbol). *Innovación en Biotecnología II*, 93. <https://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2021/01/607-8617-86-9.pdf#page=100>
- Alejandro, N. y García, Y. (2021). *Aceptabilidad y actividad antioxidante de jalea de betarraga (beta vulgaris), arándanos (Vaccinium myrtillus) y cúrcuma (Curcuma longa), fortificado con Omega-3*. [Tesis para la obtención de licenciada en Bromatología y Nutrición] Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
Disponible en:
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/5093/ALEJANDRO%20y%20Garc%C3%ADa.pdf?sequence=1>
- Alzamoras, A. (2024). *Elaboración de Mermelada a base de Arándanos (Vaccinium Corymbosum) y Mora (Rubus Glaucus) endulzado con Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni)*, 2023. [Tesis para optar el Título Profesional Técnico en Industrias Alimentarias]. Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De Las Fuerzas Armadas”. Disponible en: <http://repositorio.iestpffaa.edu.pe/handle/IESTPFFAA/113>
- Antenucci, S., Arana, C., Castillo, V. y Gonzáles, J. (2019). *Yogurt de Verduras*. [Tesis para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería empresarial y de sistemas, Administración de Empresas, Negocios Internacionales y Contabilidad]. Universidad San Ignacio de Loyola.
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1514d38b-da04-48b1-a0ea-f58688f92118/content>
- Asimbaya, S. (2018). *Propuesta para la creación de la microempresa “korbán” dedicada a la producción y comercialización de yogurt elaborado de remolacha - mora, en la Parroquia de Alóag, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. [Tesis para obtener título de Ingeniero de Finanzas]. Universidad Nacional de Ecuador.
<http://200.12.169.19/handle/25000/16534>
- Bravo, B., y Miranda, M. (2021). Análisis Teórico del Valor Nutritivo en las Galletas de Remolacha (*Beta Vulgaris*) y Su Tendencia de Consumo y Comercialización. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(5), 1278–1287.
<https://knepublishing.com/index.php/epoch/article/view/9564>

- Cabrera, E., Mosquera, C., Cadena, N., El Salous, A., Arizaga, R., y Ibarra, A. (2018). Efecto de la harina de remolacha (*Beta vulgaris* var. *conditiva*) en el contenido nutricional del pan. *Revista Científica Ciencia Y Tecnología*, 18(20).
<https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/222>
- Colorado, O. (2024). *Estandarización del proceso de elaboración de yogurt natural para una microempresa Hidalguense*. [Tesis para obtener el grado de Licenciada Química de Alimentos]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/handle/231104/5506>
- Córdori, S. y Tarazona, J. (2020). *Evaluación de Riesgo Toxicológico en Personas Expuestas, que consumen Beta Vulgaris “Betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de Plomo y Cadmio comercializada en el Mercado de Chancayhualar, Lima 2019*. [Tesis para la obtención del Título de Profesional de Químico Farmacéutico]. Universidad Norbert Wiener.
http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/4559/T061_40726001_42687391_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cueva, J. y Jacinto, L. (2020). *Comparación de la Actividad Antioxidante In Vitro de los Extractos Etanólicos de Zea Mays l. “Maíz Morado”, y Beta Vulgaris l. “Betarraga”*. [Tesis para la obtención del Título de Profesional de Químico Farmacéutico]. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1382/FYB-028-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Curo, S., y Montenegro, L. (2018). *Evaluación Fisicoquímica y Sensorial de una Bebida Funcional a Base de Betarraga (Beta Vulgaris) y Arándanos (Vaccinium myrtillus)*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/2685>
- De la Cruz, D. y Ninanya, Y. (2021). *Determinación de Antocianinas en Beta Vulgaris “Betarraga” por el Método de pH Diferencial Huancayo – 2019*. [Tesis Profesional de Químico Farmacéutico]. Universidad Peruana Los Andes.
<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2743/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Díaz, M. y Villa, D. (2021). *Formulación de un producto lácteo (yogurt) a partir de la pitahaya amarilla y sus subproductos (semillas y cáscara)*. [Proyecto presentado como cumplimiento parcial de los requisitos de grado de Ingeniería Química]. Universidad De Los Andes Departamento de Ingeniería Química y De Alimentos Bogotá, Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/55701>
- Erazo, F., Lucas, A., y Vallejo, J. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. *Revista Sathiri, Sembrador* 16(2), 108-121. <https://doi.org/10.32645/13906925.1076>
- Espinoza, S. (2022). *Elaboración de yogur batido enriquecido con fibra de tuna (Opuntia ficus-indica) edulcorado con stevia (Stevia rebaudiana)*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7821>
- FAO/WHO. (2002). *Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food*. <https://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>
- FAO. (2019). *Milk and dairy products in human nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Freire, V. A. P., Massaut, K. B., Gandra, T. K. V., Silva, W. P. da, & Fiorentini, Ângela M. (2023). Yogurt with passion fruit (*Passiflora edulis*) pulp and pectin added: effects on the viability of probiotic bacteria and on physicochemical, rheological and sensory properties. *Seven Editora*. <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/2822>
- Fuentes, H., Muñoz, D., Aguilera, R., y González, C. (2018). Influencia de los compuestos bioactivos de betarraga (*Beta vulgaris L*) sobre el efecto cardio-protector: Una revisión narrativa. *Revista chilena de nutrición*, 45(2), 178-182. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000300178>
- García, Y., y Alejandro, N. (2021). *Aceptabilidad y actividad antioxidante de jalea de betarraga (Beta vulgaris), arándanos (Vaccinium myrtillus) y cúrcuma (Curcuma longa), fortificado con Omega-3*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5093>

- GoConqr. (2020). *Diferencias en la composición de la leche*. <https://www.goconqr.com/mapamental/30328633/diferencias-en-la-composicion-de-la-leche>
- Gómez, J., Zafra, Q., Cruz, N., Martínez, M., Ramírez, E. y García, R. (2022). Uso del betabel (*Beta vulgaris*) como tratamiento alternativo en la anemia ferropénica. *Salud y Educación Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 10(20), 160-166. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/7743>
- Gutiérrez, Y., Gutierrez, J., Venegas, J., Campos, V. y Mares, M. (2021). Desarrollo de un yogurt griego de plátano enriquecido con fibra de cáscara de plátano. *Instituto Tecnológico Superior de Guanajuat, Ingeniería en Industrias Alimentarias*. Vol. 6 (2021) 104-107. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume6/6/8/15.pdf>
- Hernández Torres, J. A., & Murillo Duran, E. A. (2023). *Desarrollo de fórmula de yogur como probiótico en dietas de lechones en destete*. [Tesis para optar por el título profesional de Doctorado]. Universidad de El Salvador. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/33098/>
- Hidalgo, C. (2017). *Elaboración de un producto nutritivo a base de yogurt afrutado con Guayaba (Psidium Guajava) enriquecidos con hierro y vitamina C*. [Tesis para optar por el título profesional de licenciada en Bromatología y nutrición humana]. Universidad Nacional de la Amazona Peruana. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4714/Chrisie_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INACAL. (2015). NTP 202.038:2015 Yogurt. Requisitos microbiológicos para productos lácteos fermentados. *Instituto Nacional de Calidad*. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2015/02/Reglamento-Leche-Firmado-Escaneado.pdf>
- Jahuira, F., Condori, L., Oros, O., Galindo, W., y Ramos, D. (2024). Elaboración de yogurt batido artesanal con leche de alpaca y vaca. *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(2), 94-104. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.609>
- Julca, K. y Durán, M. (2020). *Estudio de Prefactibilidad para la Formulación, Producción y Comercialización de Yogurt de Pitahaya en Lima Metropolitana* [en línea]. Tesis de Grado Académico de Bachiller. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/309a432c-d9ad-4491-ada0-cb88778edd22/content>

- Laurencia, T. y Winger, O. (2021). *Introducción de cultivares de betarraga (Beta vulgaris L.) en condiciones de Panao – Pachitea - Huánuco, 2020*. [Tesis para la obtención de Título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional Hermillio Valdizán. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6727/TAG00885T81.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lazo Navarro, R., Chipana Herquinio, C., & Aguilar-Gálvez, D. (2024). Aceptación al sabor de yogurt con probiótico endulzado con xilitol, sorbitol y stevia en niños. *Revista Odontología Pediátrica*, 22(2), 6–13. <https://doi.org/10.33738/spo.v22i2.251>
- López, E. (2020). *Efecto de la concentración de Stevia y pulpa de arándanos (Vaccinium myrtillus) en la capacidad antioxidante y aceptabilidad del yogurt*. [Tesis para la obtención del Título de Ingeniero de Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9137/Lozada_Delgado_Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, E., y Lozada, E. (2023). *Microencapsulación de probióticos de yogur en presencia de inulina como prebiótico aplicando la técnica de secado por aspersión*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9137/Lozada_Delgado_Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lozada, E. (2020). *Efecto de la concentración de Stevia y pulpa de arándanos (Vaccinium myrtillus) en la capacidad antioxidante y aceptabilidad del yogurt*. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9137>
- Ludeña Urquiza, F. E. (2022). *Caracterización fisicoquímica microbiológica y sensorial de un producto fermentado tipo Yogurt a base de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd)*. [Tesis para la obtención del título de Doctorado en Ciencias e Ingeniería Biológicas]. Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5288>

- Luna Victoria Gutiérrez, P. G. (2024). *Efecto de la adición de harina de orujo de manzana (Malus domestica 'Gala') sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y comportamiento reológico de yogurt batido*. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional de Trujillo. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/21514>
- Martínez G., y Hernández L A. (2020). Análisis del valor nutricional de yogures enriquecidos con vegetales y frutas. *Food Chemistry*, 327, 127084. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127084>
- Mejía, N. (2020). *Producción y venta de bebida a base de beterraga y quinoa en Lima Metropolitana*. [Tesis para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Industrial y Comercial]. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d6d54b3c-a93b-4981-abac-a75fe4b67499/content>
- Mejía Gonzáles, C. J. (2023). *Efecto de las bacteriocinas de bacterias ácido lácticas provenientes de yogurt probiótico sobre el crecimiento de Salmonella spp y Staphylococcus aureus*. [Tesis para la obtención del Título Profesional de Biólogo Biotecnólogo]. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5362>
- Mercado, D. (2020). *Producción y Comercialización de Yogurt Frutado en Cuzco, 2020*. [Tesis para la obtención del Título Profesional de Licenciado en Administración]. Universidad San Martín de Porres. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7982/mercado_gdj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Morales., A., Erazo, F., Paredes, A y Sánchez, E. (2020). Desarrollo de yogur tipo III con zapallo y ajonjolí como aporte de fibra y antioxidantes. *Revista Conciencia Digital*. Vol. 3, N°2.1, p. 94-107, mayo, 2020. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15498>

- Matias Montes, K. V., y Tovar Ccoa, V. A. (2023). *Elaboración de yogurt probiótico con fibras prebióticas a partir de yacón “Smallanthus Sonchifolius” para el control del peso*. [Tesis para la obtención del Título Profesional de Licenciada(o) en Bromatología y Nutrición]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <https://core.ac.uk/download/pdf/590918991.pdf>
- Nakandakari, M., y Carreño-Escobedo, R. (2023). Factores asociados a la anemia en niños menores de cinco años de un distrito de Huaraz, Ancash. *Revista Médica Herediana*. 2023; 34: 20-26. <https://doi.org/10.20453/rmh.v34i1.4448>
- Olazabal R. y Olazabal R. (2019). *Elaboración de Yogurt Probiótico con Beterraga (Beta vulgaris) variedad conditiva edulcorado parcialmente con Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni)*. [Tesis presentada por las Bachilleres de Ingeniería en Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11397/IAoltirs%26oltirm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paria, M., y Terrones, R. (2021). *Actividad antioxidante durante el pasteurizado de bebida a base de sanky (Corryocactus brevistylus) y arándano (Vaccinium myrtillus)*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional del Santa]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3766>
- Pingo, E. Masa, G. y N, L. (2019). *Elaboración y caracterización de yogurt a base de pera (Pyrus communis) y aguamanto (Physalis peruviana L.) edulcorado con Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni)*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial e industrias alimentarias]. Universidad Nacional de Piura, Perú. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2020/IND-PIN-MAZ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ravelo Díaz, M. M. (2024). *Efecto de la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (Capsicum baccatum L. var. pendulum) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante la fermentación de un yogurt probiótico*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias]. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/28431>

- Ríos, L., Graffton, E., Ruíz, R., Meza, C., González, A., Ferreiro, O., y Torres, L. (2023). Reformulación y caracterización de la mermelada de pomelo y banana elaborada en el distrito de Coronel Oviedo, departamento de Caaguazú, Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 28(2), 250-268. <https://sociedadcientifica.org.py/ojs/index.php/rscopy/article/view/130>
- Rojas Nuñez, J. (2023). *Caracterización físico químico y sensorial del yogurt edulcorado con estevia, frutado con arándano y enriquecido con semillas de chía*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Zootecnista]. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6326>
- Rodríguez, D. (2019). *Obtención de perfil analítico de leche de vaca para su tratamiento térmico UHT*. [Trabajo Académico para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional Agraria La Molina: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4020>
- Romo González, L. G. (2023). *Desarrollo de emulsiones multicapa con curcumina y su efecto en las características fisicoquímicas del yogurt*. [Tesis para optar el título de Maestría en Manejo y Aprovechamiento Integral de Recursos Bióticos] Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/26161/1/1080312551.pdf>
- Ruiz, J. (2018). *Elaboración de yogurt saborizado con pulpa de cocona (Solanum Sessiliflorum) edulcorado con manitol con fines de aceptabilidad*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial e industrias alimentarias]. Universidad Nacional de Piura, Perú. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1149>
- Sigüenza, M., y Tacuri, B. (2024). *Uso de bacterias protectoras (lactobacillus plantarum y lactobacillus rhizopus) para sustituir conservantes químicos en la elaboración de yogurt*. [Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo(a) superior en Procesamiento de Lácteos]. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/14652>
- Silva, M. (2016). *Aceptabilidad de Yogurt Probiótico de Mango (Mangifera Indica) Enriquecido con Albúmina Pasteurizada Deshidratada*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Industrias Alimentarias] Universidad Le Cordon Bleu. <https://repositorio.ulcb.edu.pe/handle/ULCB/21>

- Tejada Chávez, A. (2024). *Efecto de la adición de harina de mesocarpio de granadilla en yogurt sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial] Universidad Nacional de Trujillo. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/21524>
- Tokumura, C. y Mejía, E. (2023). Anemia infantil en el Perú: en el baúl de los pendientes. *Revista Médica Herediana* vol.34 no.1. <https://doi.org/10.20453/rmh.v34i1.4445>
- Torres, A. (2016). *Evaluación de yogurt aplanado elaborado con diferentes niveles de lacto suero y guanábana*. [Tesis para la obtención del título de grado de Magíster en Industrias Pecuarias]. Universidad Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6141/1/20T00803.PDF>
- Tusa Guzmán, K. S. (2023). *Elaboración de yogurt probiótico de banano, bajo en calorías y enriquecido con proteína vegetal*. [Tesis para la obtención del título de grado de Ingeniería en Industrias Pecuarias]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18805>
- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (2023). *Evaluación microbiológica del yogurt y definición de carga microbiana*. [Tesis de grado]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/22436/3/T-UCSG-PRE-TEC-CA-4.pdf>
- Urbina, J. (2021). *Instalación de una planta de elaboración de snack de betarraga para el mercado internacional*. [Tesis para la obtención de Título de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3372>
- USDA. (2021). *FoodData Central*. United States Department of Agriculture. <https://fdc.nal.usda.gov>
- Villanueva, J. (2020). *Dosis de Biol y Fertirriego con Microorganismos Eficaces en el rendimiento de la Betarraga (Beta Vulgaris L.), en Condiciones Edafoclimáticas de Cahuac – Yarowilca 2019*. [Tesis para la obtención de Título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6181/TAG00867C89.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Yauli, S. (2019). *Obtención de yogurt aflanado con la adición de diferentes porcentajes de mermelada de beterraga (Beta Vulgaris) y su aceptabilidad en la ciudad de Huánuco*. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Industrias Alimentarias]. Instituto de educación Superior Tecnológico Público “Aparicio Pomares”.
<https://es.scribd.com/document/467894778/yaui-trinidad-sabina-ines-yogurt-aflando-con-mermelada-de-betarraga>
- Yesquen, L., y Ledher, E. (2024). *Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de bebida funcional a base de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) y cushuro (Nostoc sphaericum) edulcorado con stevia*. [Tesis para la obtención de Título de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional del Santa.
<https://hdl.handle.net/20.500.14278/4611>

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA

I. Humedad



Anexos 1.

Determinación de humedad de las materias primas



Anexos 2.

Determinación de humedad de la leche

Anexos 3. *Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de humedad en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 925.10).*

Material	Corrida	P (g) muestra	P1 (g) placa + muestra húmeda	P2 (g) placa + muestra seca	Humedad calculada (%)
Arándano	1	10	60	51,5	85
	2	10	60	51,4	86
	3	10	60	51,3	87
Betarraga	1	10	60	51,3	87
	2	10	60	51,25	87,5
	3	10	60	51,2	88
Leche	1	10	60	51,3	87
	2	10	60	51,2	88
	3	10	60	51,1	89
Stevia	1	10	60	59,4	6
	2	10	60	59,3	7
	3	10	60	59,2	8

II. Cenizas



Anexos 4.
Determinación de cenizas de las materias primas

Anexos 5. *Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de cenizas en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 923.03).*

Material	Corrida	m (g) muestra	P1 (g) crisol vacío	P2 (g) crisol + cenizas	Ceniza calculada (%)
Arándano	1	10	30	30,015	0,15
	2	10	30	30,02	0,2
	3	10	30	30,025	0,25
Betarraga	1	10	30	30,1	1
	2	10	30	30,125	1,25
	3	10	30	30,15	1,5
Leche	1	10	30	30,08	0,8
	2	10	30	30,09	0,9
	3	10	30	30,1	1
Stevia	1	10	30	30,4	4
	2	10	30	30,45	4,5
	3	10	30	30,5	5

III. Fibra



Anexos 6.

Determinación de fibra de las materias primas

Anexos 7. Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de fibra en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 962.09).

Material	Corrida	m (g) muestra	A (g) crisol + cenizas	R (g) crisol + residuo	Fibra calculada (%)
Arándano	1	10	25	25,4	4
	2	10	25	25,45	4,5
	3	10	25	25,5	5
Betarraga	1	10	25	25,26	2,6
	2	10	25	25,28	2,8
	3	10	25	25,3	3
Leche	1	10	25	25	0
	2	10	25	25	0
	3	10	25	25	0
Stevia	1	10	25	25,65	6,5
	2	10	25	25,75	7,5
	3	10	25	25,85	8,5

IV. Grasas



Anexos 8.

Determinación de grasas de las materias primas

Anexos 9. *Tabla de Corridas de cálculo para la determinación de grasa en betarraga, arándano, leche y stevia (AOAC 989.05).*

Material	Corrida	Pm (g) muestra	P1 (g) balón vacío	P2 (g) balón + grasa	Grasa calculada (%)
Arándano	1	10	50	50,035	0,35
	2	10	50	50,04	0,4
	3	10	50	50,045	0,45
Betarraga	1	10	50	50,012	0,12
	2	10	50	50,017	0,17
	3	10	50	50,022	0,22
Leche	1	10	50	50,34	3,4
	2	10	50	50,35	3,5
	3	10	50	50,36	3,6
Stevia	1	10	50	50,055	0,55
	2	10	50	50,075	0,75
	3	10	50	50,095	0,95

V. Acidez



Anexos 10.

Determinación de acidez de las materias primas para el gusto

Anexos 11. *Tabla de corridas de acidez titulable expresada en % en betarraga, arándano, leche y Stevia*

Material	Corrida	Acidez (%)
Arándano	1	2,18
	2	2,3
	3	2,42
Betarraga	1	14,44
	2	15,2
	3	15,96
Leche de vaca	1	0,14
	2	0,16
	3	0,18
Stevia	1	2,37
	2	2,5
	3	2,63

VI. pH



Anexos 12.

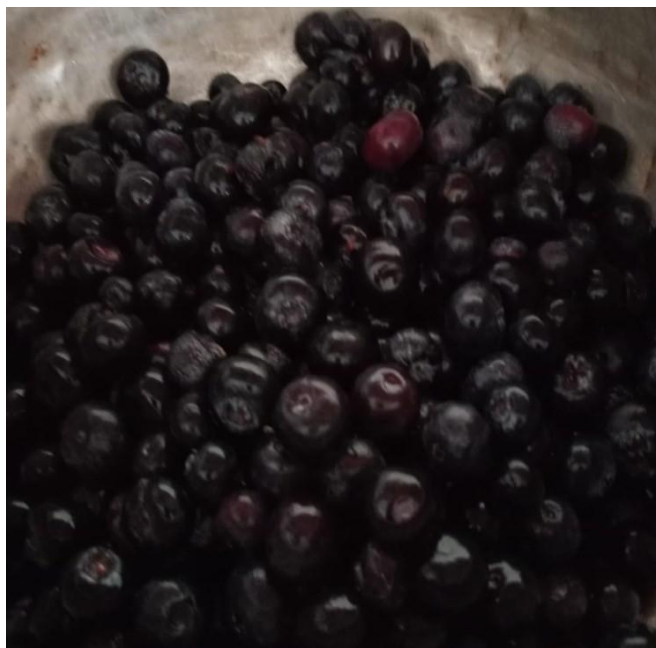
Determinación del pH de las materias primas

Anexos 13. *Corridas de pH medidas con potenciómetro calibrado % en betarraga, arándano, leche y Stevia*

Material	Corrida	Lectura de pH
Arándano	1	6,7
	2	6,8
	3	6,9
Betarraga	1	3
	2	3,1
	3	3,2
Leche de vaca	1	6,57
	2	6,62
	3	6,67
Stevia	1	5,45
	2	5,5
	3	5,55

ANEXO 02: ELABORACIÓN DEL YOGURT PROBIÓTICO

A. Elaboración de la jalea de Arándano



Anexos 14.

Selección y limpieza del arándano.



Anexos 15.

Cocción, trituración y filtrado del arándano.



Anexos 16.

Endulzado de la Stevia para la jalea de arándano.



Anexos 17.

Envasado y pesado de la jalea de arándano.

B. Elaboración de la jalea de Betarraga



Anexos 18.

Selección y lavado de la betarraga



Anexos 19.

Pelado y cortado de la betarraga



Anexos 20.

Cocción de la jalea de betarraga



Anexos 21.

Licuada y filtrado de la jalea de betarraga



Anexos 22.

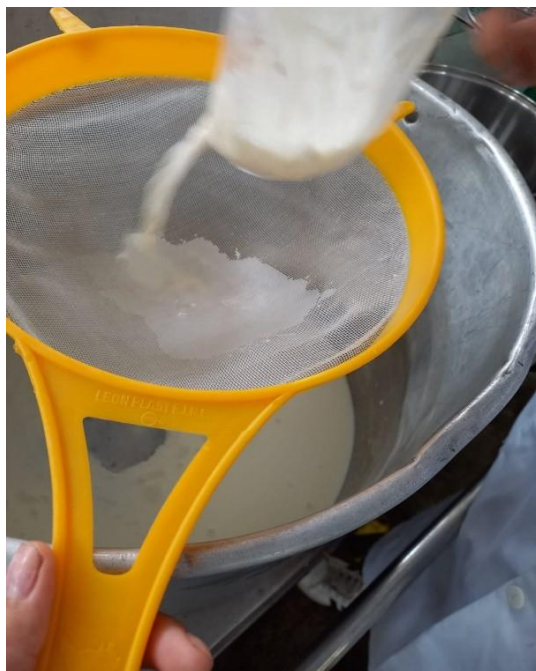
Endulzado de la Stevia para la jalea de betarraga.



Anexos 23.

Envasado y pesado de la jalea de betarraga.

C. Elaboración de Elaboración del Yogurt probiótico.



Anexos 24.

Filtración de la leche.

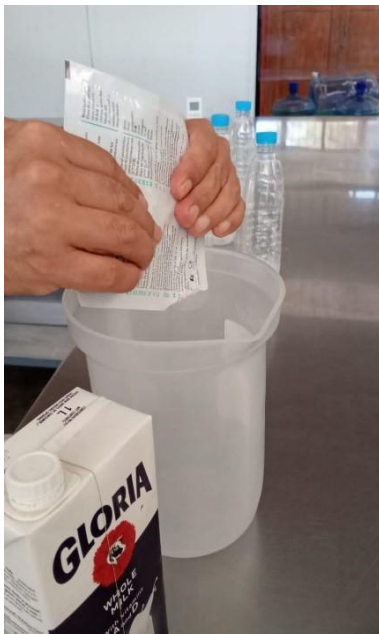


Anexos 25.

Pasteurización de la leche



Anexos 26.
Enfriado de la leche



Anexos 27.
Inoculación de Cultivos Probióticos



Anexos 28.

Incubación de la leche



Anexos 29.

Mezcla de las formulaciones

ANEXO 03: EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL YOGURT PROBIÓTICO

Anexos 30. *Ficha de Evaluación de la Aceptabilidad Sensorial del producto.*

“ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana*)”.

Prueba Sensorial de Escala Hedónica de 7 Puntos

Fecha: _____ Panelista: _____

Instrucciones: Por favor, evalúe el producto en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Explicación de la Escala Hedónica de 7 Puntos:

1	2	3	4
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta
5	6	7	
Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente	

Marque con una "X" la casilla que mejor represente su opinión.

Por favor, evalúe la formulación **F1** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F2** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F3** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F4** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos..

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F5** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F6** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F7** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F8** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F9** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Evalúe la formulación **F10** en función de los siguientes atributos utilizando la escala hedónica de 7 puntos.

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Olor							
Sabor							
Aceptabilidad General							

Comentarios Adicionales:

1. ¿Qué formulación te gustó más?

2. ¿Qué formulación te gustó menos?



Anexos 31.

Evaluación de los panelistas para análisis sensorial.

ANEXO 04: DETERMINACIÓN NUTRICIONAL DE LA MUESTRA BASE (YOGURT SIN ADITIVOS)



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO RURAL - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20251022-016

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR	: DIANA ISABEL GAMBOA TORRES.
DIRECCIÓN	: AA.HH. Villa Santa Rosa del Sur Segunda Etapa Mz. Q Lote 21 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: YOGURTH.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
ACTA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Frasco de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2025-10-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2025-10-22
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2025-10-27
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: 88 251022-8

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	YOGURT PROBIÓTICO SIN ADITIVOS
Grasa (%)	0,62
Humedad (%)	86,9
Cenizas (%)	0,1
Proteína (%) (Nx6,25)	2,92
Fibra (%)	<0,1
Energía (kcal/kg)	551
Sodio (mg/L)	590,34
Carbohidratos (%)	9,46
Calcio (mg/L)	2734,10

Anexos 32.

Informe del ensayo de Valor Nutricional del Yogurt Probiótico sin aditivos

ANEXO 05: DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN EN BASE A SU VALOR NUTRICIONAL.

A. Análisis del Valor Nutricional de la mejor formulación (F8)


Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
JR. ALMIRANTE GUÍSSE N° 2586 - 2588 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9289
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03440-03-2025

PRODUCTO	Yogurt probiótico de betarraga (<i>Beta vulgaris</i>) y arándano (<i>Vaccinium myrtillus</i>), edulcorado con Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i>).
SOLICITADO POR	Gamboa Torres Diana Isabel
DIRECCIÓN	Urb. Villa Santa Rosa del Sur Etapa II Mz Q° Lt 21- Nvo Chimbote- Santa - Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN	2025-06-12
FECHA DE ANÁLISIS	2025-06-12
FECHA DE INFORME	2025-06-23
SOLICITUD N°	SDT-06920-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN	Producto denso / Refrigerado
PRESENTACIÓN	Botella de vidrio transparente y con tapa rosca color blanco con sticker
CANTIDAD DE MUESTRA	300 MILilitros
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Calcio (mg/100g)	85,82
(*) Carbohidratos (g/100g)	7,56
(*) Ceniza (g/100g)	0,77
(*) Energía total (kcal/100g)	70,75
(*) Fibra cruda (g/100g)	0,08
(*) Grasa (g/100g)	3,15
(*) Humedad (g/100g)	85,48
(*) Proteína ((Nx6,38) g/100g)	3,04
(*) Sodio (mg/100g)	79,99

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

MÉTODOS

(*) Calcio	ADAC 985.35, 22nd. Ed. (2023). Minerals in infant formulas, infant products and pet food. Atomic absorption method (método modificado)
(*) Carbohidratos	Por Cálculo
(*) Ceniza	NTP 200.172:1998 (Revisado el 2014) Item 3.1., (Validado) Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Determinación de cenizas y alcalinidad de cenizas
(*) Energía total	Por Cálculo
(*) Fibra cruda	ADAC 942.08, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa	ADAC 989.05, 22nd. Ed. (2023). Fat in milk. Modified Mojonnier Ether Extraction Method.
(*) Humedad	NTP 200.118 (1998). Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Determinación de sólidos totales
(*) Proteína	NTP 200.119:1998 (Revisado el 2014). Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Determinación de nitrógeno (total) en Leche. Método de Kjeldahl
(*) Sodio	ADAC 949.23 22nd. Ed. (2023). Sodium and potassium in pet food

Notas

Contacto: Diana Gamboa, Correo: dianagamboachimbo1720@gmail.com
 Temperatura de recepción de la muestra: 3,3°C
 Fecha de inicio de análisis: 2025-06-12
 Fecha de término de análisis: 2025-06-18

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente 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° 296



Firmado digitalmente por:
 Quim. María Clotilde Huapaya Herrera
 Fecha: 23/06/2025 16:25

Anexos 33.

Informe del ensayo de Valor Nutricional del Yogurt Probiótico

B. pH



Anexos 34.

pH de las formulaciones

C. Acidez



Anexos 35.

Análisis de la evaluación de la acidez



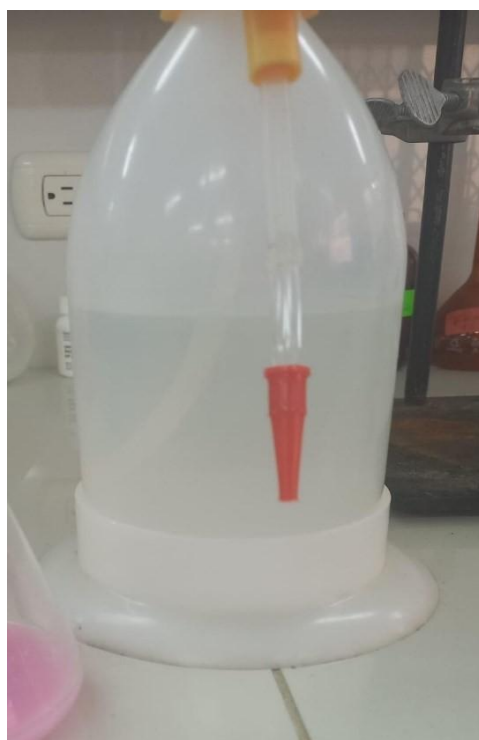
Anexos 36.

Pesado de las formulaciones para el gasto.



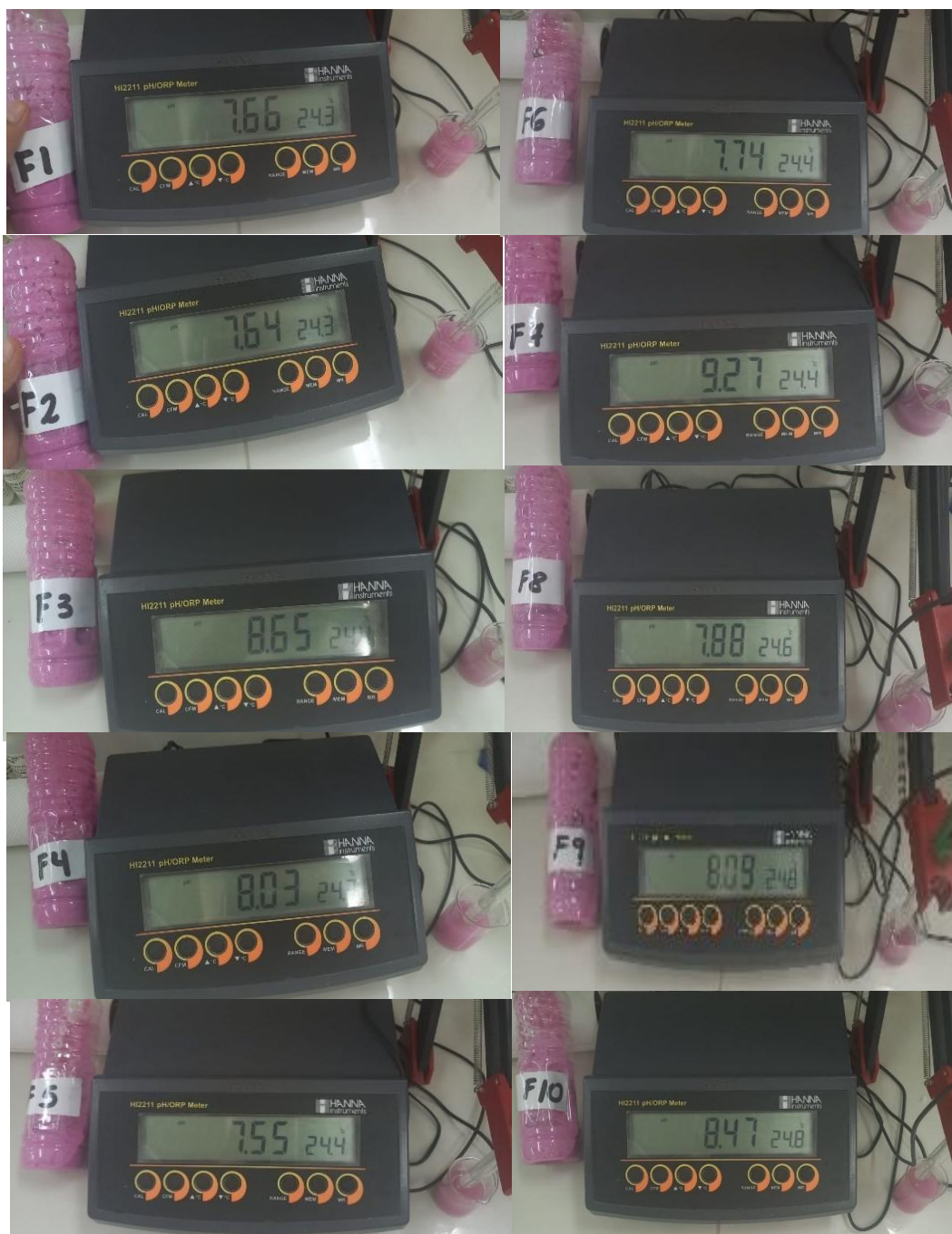
Anexos 37.

Dilución y adición de la fenolftaleína.



Anexos 38.

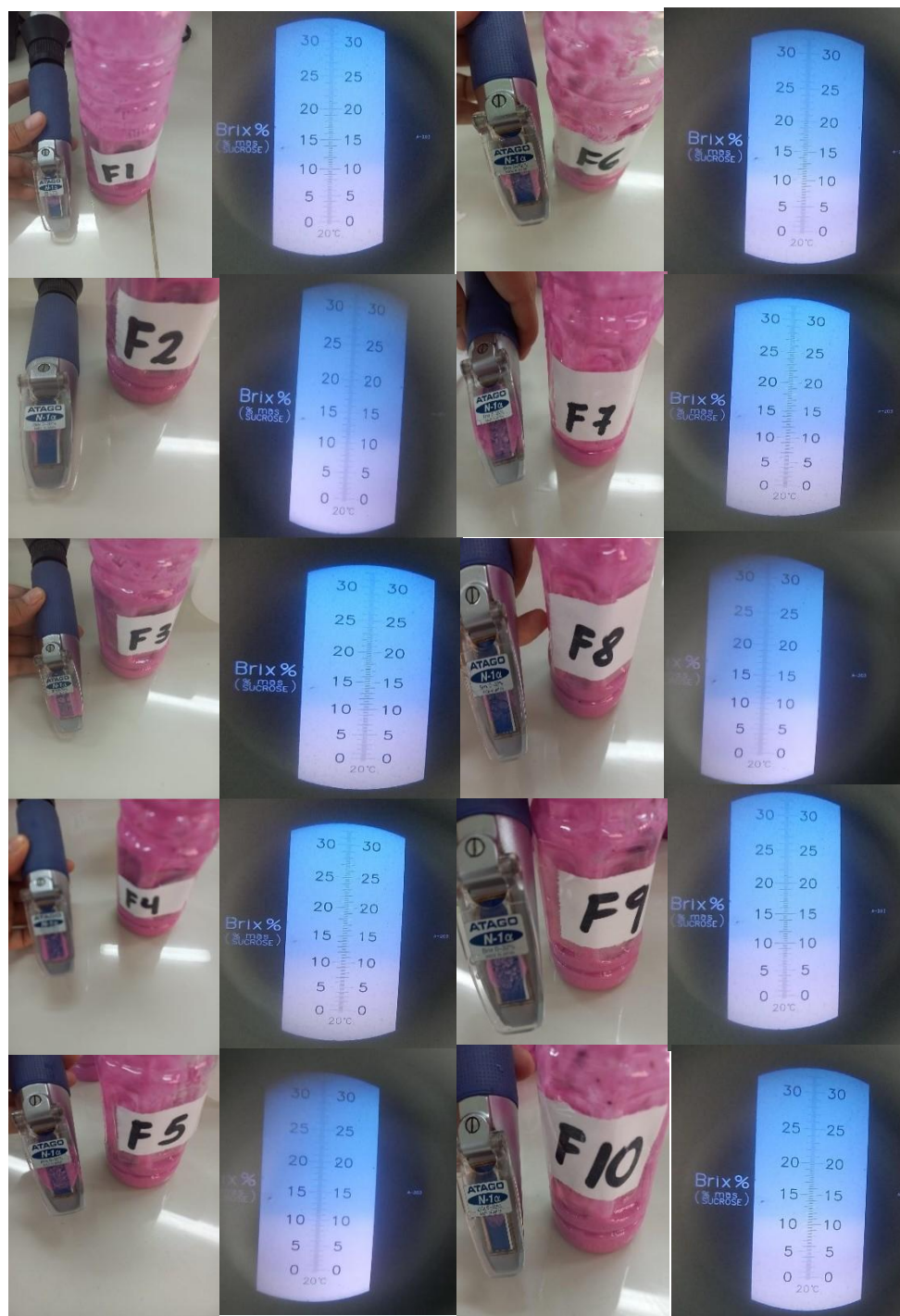
Adición y titulación con NaOH 0.1N.



Anexos 39.

Análisis del pH después de medir la muestra con NaOH 0.1N


D. Sólidos Solubles




Anexos 40.

Análisis de °Brix del producto terminado.

ANEXO 06: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT PROBIÓTICO




Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 LIMA - LIMA - Lince - TELÉFONO: 206-9260
 E-mail: satperu@satperu.com ; tecnica@satperu.com www.satperu.com



INACAL
DA-Perú
 Laboratorio de Ensayo
 Acreditado

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-009



INFORME DE ENSAYO N° DT-03440-01-2025

PRODUCTO	: Yogurt probiótico de betarraga (<i>Beta vulgaris</i>) y arándano (<i>Vaccinium myrtillus</i>), edulcorado con Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i>),
SOLICITADO POR	: Gamboa Torres Diana Isabel
DIRECCIÓN	: Urb. Villa Santa Rosa del Sur Etapa II Mz Q Lt 21- Nvo Chimbote - Santa - Anc...
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2025-06-12
FECHA DE ANÁLISIS	: 2025-06-12
FECHA DE INFORME	: 2025-06-23
SOLICITUD N°	: SDT-06920-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN	: Producto denso / Refrigerado
PRESENTACIÓN	: Botella de vidrio transparente y con tapa rosca color blanco con sticker
CANTIDAD DE MUESTRA	: 300 Mililitros
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE	: Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
Coliformes Numeración (ufc/g)	<10
Hongos: Levaduras Numeración (ufc/g)	11x10 ²
Hongos: Mohos Numeración (ufc/g)	<10

MÉTODOS

Coliformes Numeración	: ICMSF (1983) Vol.1, 2da Edición, Pág. 137, Mét. 4 (Traducción Versión Original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Azibia). Bacterias Coliformes. Recuento de Coliformes. Método 4 Recuento Directo en Placa de Agar Bils Lactosa Rojo Neutro Cristal Violeta
Hongos: Levaduras Numeración	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Edición, Pág. 166-167, (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Azibia) Recuento de mohos y levaduras. Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Hongos: Mohos Numeración	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Edición Pág. 166-167 (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Azibia) Recuento de mohos y levaduras. Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.

Notas

Contacto: Diana Gamboa, Correo: dianagamboat@satperu.com


Temperatura de recepción de la muestra: 3,2°C

Fecha de inicio de análisis: 2025-06-12

Fecha de término de análisis: 2025-06-20

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente 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° 296



Firmado digitalmente por:
 Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
 Fecha: 23/06/2025 15:24

Anexos 41.

Informe de la evaluación microbiológica del yogurt probiótico.

ANEXO 07: EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD Y ACTIVIDAD DE LOS MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280

E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03440-02-2025

PRODUCTO : Yogurt probiótico de betarraga (Beta vulgaris) y arándano (Vaccinium myrtillus), edulcorado con Stevia (Stevia rebaudiana),
SOLICITADO POR : Gamboa Torres Diana Isabel
DIRECCIÓN : Urb. Villa Santa Rosa del Sur Etapa II Mz Q" Lt 21- Nvo Chimbote- Santa - Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-06-12
FECHA DE ANÁLISIS : 2025-06-12
FECHA DE INFORME : 2025-06-23
SOLICITUD N° : SDT-06920-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN : Producto denso / Refrigerado
PRESENTACIÓN : Botella de vidrio transparente y con tapa rosca color blanco con sticker
CANTIDAD DE MUESTRA : 300 Mililitros
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Microorganismo ácido: <i>Lactobacillus acidophilus</i> (ufc/g)	1,4x10 ⁶
(*) Microorganismo probiótico: Bifido Bacteria (ufc/g)	2,8x10 ⁶

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

MÉTODOS

(*) Microorganismo ácido: *Lactobacillus acidophilus* : CHR HANSEN Enumeration of *L. acidophilus* in fermented milk products - Guidelines, Technical bulletin P-10, Nov. 2007

(*) Microorganismo probiótico: Bifido Bacteria : CHR HANSEN Alternative method for enumeration of Bifidobacteria in fermented milk products - Guidelines, Technical bulletin P-12 Nov. 2007

Notas

Contacto: Diana Gamboa, Correo: dianagamboatorres.172018@gmail.com

Temperatura de recepción de la muestra: 3,2°C

Fecha de inicio de análisis: 2025-06-12

Fecha de término de análisis: 2025-06-20

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente 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° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 23/06/2025 15:24

Anexos 42.

Informe de la viabilidad y actividad de microorganismos probióticos.

ANEXO 08: EVIDENCIA DOCUMENTAL SOBRE LABORATORIOS CONSULTADOS Y JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Este anexo presenta los documentos, mensajes y registros de comunicación realizados con el laboratorio contratado y otras instituciones. Estos materiales respaldan la decisión metodológica adoptada en la presente investigación, la cual consistió en realizar el análisis de viabilidad de microorganismos probióticos en un laboratorio no acreditado por INACAL, pero con experiencia técnica comprobada.

La información demuestra que, pese a la búsqueda de alternativas, no fue posible encontrar laboratorios acreditados para este tipo de análisis en la región, razón por la cual se procedió con el laboratorio **Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C. (SAT Perú)**. Esta decisión fue avalada por la asesora de tesis, considerando la responsabilidad técnica y la transparencia metodológica.

8.1. Laboratorio contratado: Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

- Nombre completo: Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
- Sigla: SAT Perú
- Dirección: Av. Trinidad Morán 555, Lince – Lima
- Correo de contacto: tecnic4@satperu.com

Figura 9.

Mapa de ubicación de SAT Perú



Figura 10.

Logo institucional de SAT Perú



Figura 11.

Correo de ingreso de muestra – SAT Perú

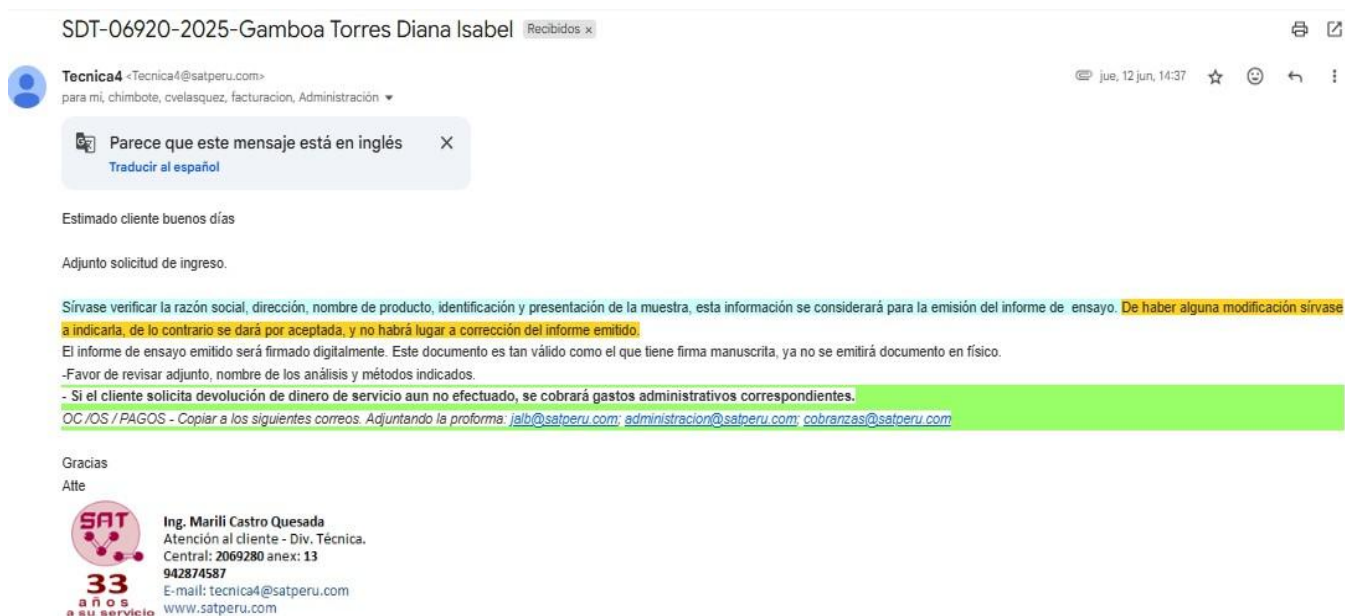


Figura 12.

Registro de solicitud de análisis

Ciente no cuenta con RUC.
Análisis requeridos para proyecto de tesis

PERSONA: Gamboa Torres Diana Isabel
DNI: 70110585
DIRECCIÓN: Urb. Villa Santa Rosa del Sur Etapa II Mz Q° Lt 21
.....

PRODUCTO:
- Yogurt probiótico de betarraga (Beta vulgaris) y arándano (Vaccinium myrtillus), edulcorado con Stevia (Stevia rebaudiana).

ENSAYOS:
- Lactobacillus acidophilus
- Bifidobacterium bifidum
- Coliformes
- Mohos
- Levaduras
- Fibra cruda
- Sodio
- Calcio

CONTACTO : Diana Gamboa
EMAIL : dianagamboatordes.172018@gmail.com
CEL : +51 912 021 619

Atentamente,


 Ing. Clotilde Velasquez Villanueva
Atención al Cliente
971449863
E-mail: cvelasquez@satperu.com

Figura 13.

Conversación por WhatsApp – Confirmación de análisis probióticos

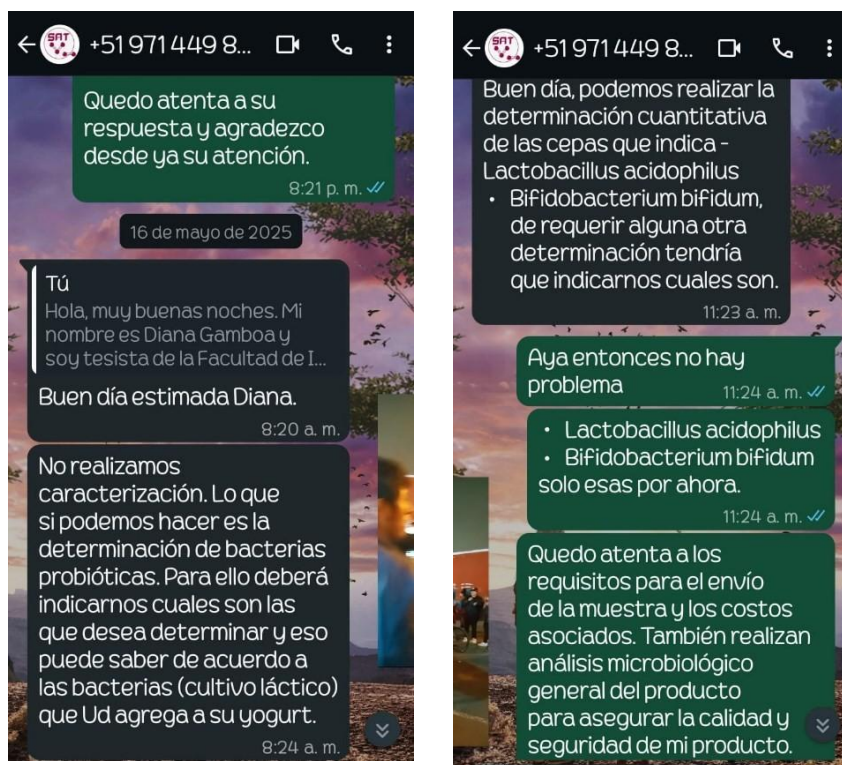
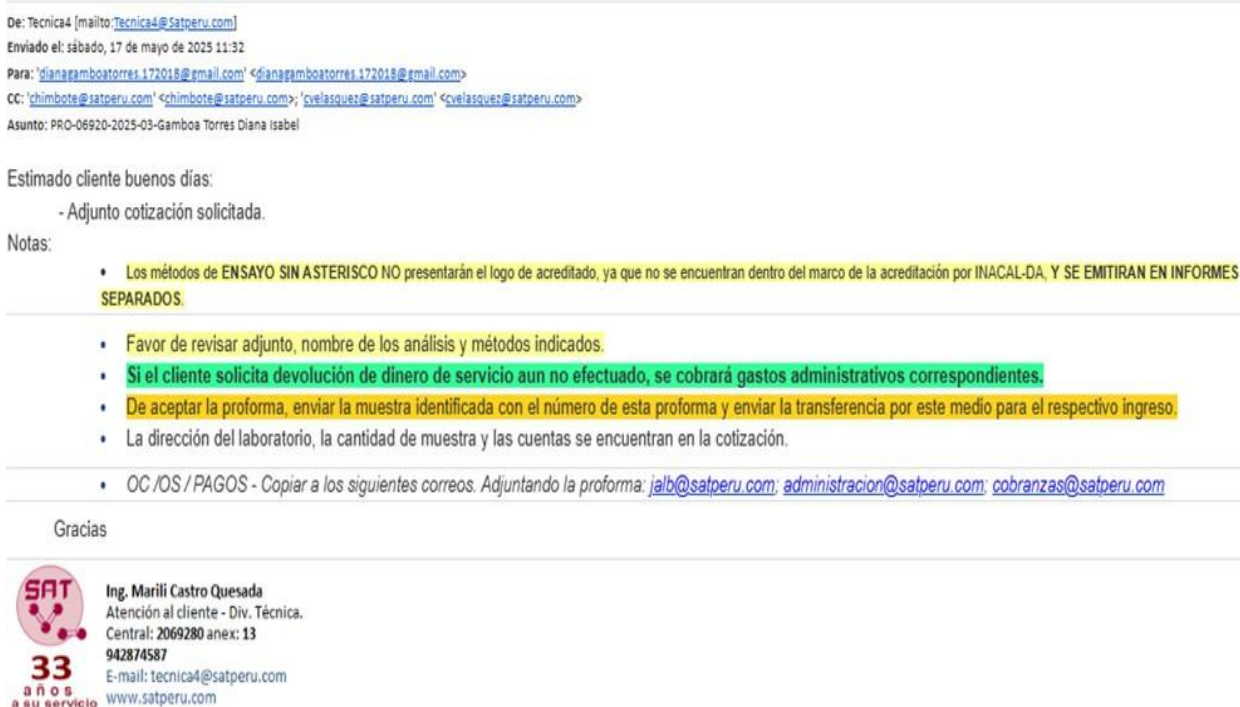


Figura 14.

Confirmación del laboratorio sobre ausencia de acreditación



8.2. Laboratorios alternativos consultados

- Laboratorio 1: CERPER – Certificaciones del Perú S.A.
 - Nombre completo: Certificaciones del Perú S.A. (CERPER)
 - Dirección principal: Av. Santa Rosa 601, La Perla, Callao
 - Correo electrónico: info@cerper.com
 - Sitio web: <https://cerper.com>
 - Teléfono: (01) 319 9000
 - Especialidad: Inspección, análisis y certificación en sectores agroindustrial, ambiental, pesca, agrícola y aviar.
 - Descripción del contacto: Se realizó una consulta formal vía mensajería el mes de mayo de 2025 en la cual se expuso el objetivo de la tesis, los tipos de análisis requeridos (viabilidad probiótica, recuento de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*) y se solicitó confirmación sobre si contaban con acreditación INACAL para este tipo de ensayos.
 - Respuesta del laboratorio: Indicaron que, al momento de la consulta, su alcance de acreditación incluía únicamente análisis sensoriales, y que los demás métodos estaban en proceso de ampliación.

Figura 15.

Logo y presentación institucional de CERPER – Certificaciones del Perú S.A.



Figura 16.

Mapa de ubicación del laboratorio CERPER en La Perla, Callao

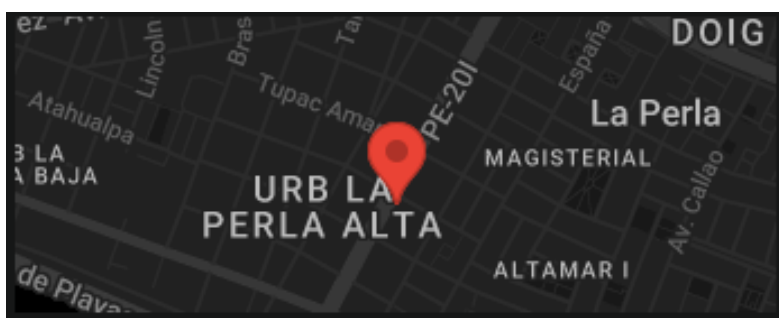
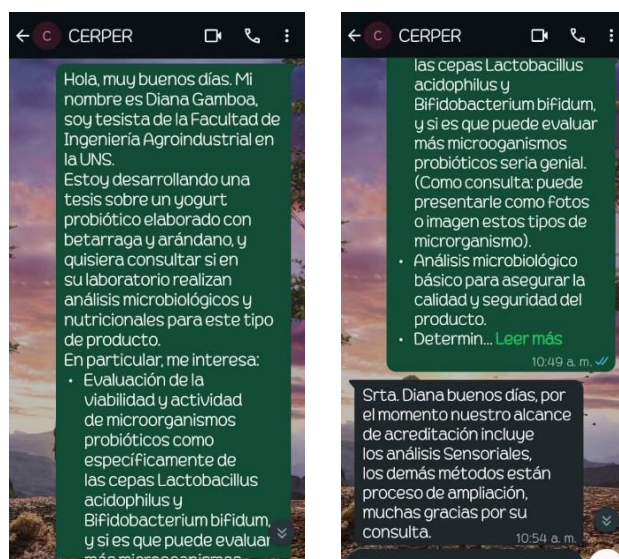


Figura 17.

Respuesta oficial de CERPER indicando que solo cuentan con acreditación para análisis sensoriales



- Laboratorio 2: COLECBI S.A.C. – Laboratorio de Ensayos Microbiológicos y Nutricionales
 - Nombre completo: COLECBI S.A.C.
 - Dirección principal: Urb. Buenos Aires, Chimbote – Perú
 - Correo electrónico: <https://www.colecbi.com/>
 - Especialidad: Análisis microbiológicos y fisicoquímicos para alimentos y productos agroindustriales.
 - Descripción del contacto: Se realizó una consulta formal vía mensajería en el mes de mayo de 2025, en la cual se explicó el objetivo de la tesis y se solicitó información sobre los análisis requeridos: evaluación de la viabilidad probiótica (*Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*), análisis microbiológicos básicos (mohos, levaduras, coliformes) y análisis nutricionales.
 - Respuesta del laboratorio: Indicaron que solo cuentan con acreditación para análisis microbiológicos básicos, específicamente mohos y levaduras. Sin embargo, el recuento de coliformes y los análisis probióticos no están acreditados. Confirmaron que pueden realizar algunos de los ensayos requeridos, pero no todos están cubiertos por la acreditación de INACAL-DA.

Figura 18.

Logo de COLECBI



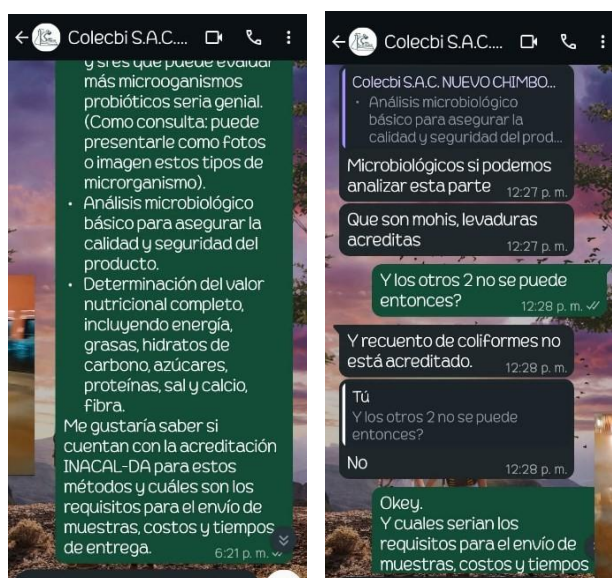
Figura 19.

Fachada del local



Figura 20.

Captura del chat donde confirman lo que sí está acreditado y lo que no está acreditado



La información presentada evidencia que, pese a las gestiones realizadas con diversos laboratorios especializados, no fue posible contratar uno que contara con acreditación INACAL para la evaluación de viabilidad probiótica de *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*. Por ello, se optó por un laboratorio con experiencia técnica en análisis microbiológico de alimentos, cuyo informe respalda la metodología aplicada. Esta decisión fue validada y cuenta con el aval de la asesora de tesis.

DESCARGO SOBRE LA ELECCIÓN DEL LABORATORIO PARA ANÁLISIS PROBIÓTICO

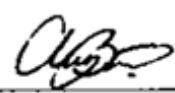
Nosotros, los suscritos, en calidad de tesista y asesora de la tesis titulada: “ELABORACIÓN DE YOGURT PROBIÓTICO DE BETARRAGÁ (*Beta vulgaris*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana*)”, declaramos lo siguiente:

1. Que en el desarrollo del presente trabajo de investigación se realizaron gestiones con distintos laboratorios especializados (SAT Perú, CERPER, COLECBI y otros), con la finalidad de contratar servicios acreditados ante INACAL-DA para la evaluación de viabilidad y actividad de microorganismos probióticos (*Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*).
2. Que, pese a las gestiones realizadas y la evidencia documental presentada en el ANEXO 8, no fue posible contratar un laboratorio acreditado para estos métodos específicos en la región.
3. Que, ante esta situación, se optó por contratar un laboratorio con experiencia técnica comprobada en análisis microbiológicos de alimentos, asumiendo la responsabilidad técnica y metodológica de esta decisión.
4. Que la presente declaración sirve como descargo formal ante las observaciones realizadas por el jurado y/o comité evaluador respecto a la acreditación del laboratorio.

En constancia de lo expuesto, firmamos el presente documento en la ciudad de Nuevo Chimbote, a los 30 días del mes de septiembre de 2025.


Firma de la Tesista
Gamboa Torres, Diana Isabel


Firma de la Tesista
Gamboa Torres, Daniela Lisbeth


Firma de Asesora
Ms. Córdova Chang, Any Berenice