

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



“ADICIÓN DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) A UN YOGUR BATIDO Y EL EFECTO EN SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FÍSICOQUÍMICAS Y VIABILIDAD DE BACTERIAS PROBIÓTICAS (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®* y *Lactobacillus acidophilus LA-5®*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE ALIMENTOS

AUTORES:

DAVID EDUARDO TASAYCO MEDINA
LORENA MILAGROS VILLAFANA GOMEZ

ASESORA:

DÁNIZA GUERRERO ALVA
LINEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Callao, 2024

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos

UNIDAD DE INVESTIGACION: Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos

TÍTULO: “ADICIÓN DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) A UN YOGUR BATIDO Y EL EFECTO EN SUS CARACTERISTICAS SENSORIALES, FISICOQUIMICAS Y VIABILIDAD DE BACTERIAS PROBIÓTICAS (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®* y *Lactobacillus acidophilus LA-5®*) DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN”

AUTORES: David Eduardo Tasayco Medina; CODIGO ORCID 0009-0003-3434-3423; DNI: 71941683

Lorena Milagros Villafana Gomez; CODIGO ORCID 0000-0002-9599-9739; DNI: 46103595

ASESOR: Dániza Mirtha Guerrero Alva; CODIGO ORCID 0000-0002-3990-0909; DNI: 07640153

LUGAR DE EJECUCIÓN: Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental
Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad
Nacional Mayor de San Marcos (FMV-UNMSM)

UNIDAD DE ANÁLISIS: Yogur batido probiótico con jarabe de yacón

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada, experimental, transversal.

ENFOQUE: Cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

TEMA OCDE: 2.11.00 -- Otras ingenierías, Otras tecnologías



TESIS 2024 YOGUR CON JARABE DE YACON - TASAYCO Y VILLAFANA



Nombre del documento: TESIS 2024 YOGUR CON JARABE DE YACON - TASAYCO Y VILLAFANA.pdf
ID del documento: 615eebdf15aee2d1480ca256018e58f25b57ffc6
Tamaño del documento original: 4,07 MB

Depositante: FIPA PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION
Fecha de depósito: 14/5/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 15/5/2024

Número de palabras: 33.660
Número de caracteres: 223.428

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	unac.edu.pe https://unac.edu.pe/images/transparencia/facultades/fipa/resoluciones-decanales/2022/RES sec N° ...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (220 palabras)
2	Documento de otro usuario #c11576 El documento proviene de otro grupo 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (264 palabras)
3	link.springer.com The Demand for Superfoods: Consumers' Desire, Production Vi... https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-21059-5_5 18 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (165 palabras)
4	www.scielo.br SciELO - Brasil - Effect of yacon syrup on blood lipid, glucose and ... https://www.scielo.br/j/cta/a/nXQdpZYsZXRlZbfvY4XCrBM/ 18 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (123 palabras)
5	dx.doi.org Article Review - Short Communication on Probiotic Claim Substantiati... http://dx.doi.org/10.21522/tjar.2014.08.04.art008 15 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (118 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cybertesis.unmsm.edu.pe https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17052/Faustino_sm.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
2	dx.doi.org The effect of inulin addition on probiotic bacteria viability and volatile ... http://dx.doi.org/10.15567/mjekarstvo.2022.0405	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
3	Documento de otro usuario #015cea El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
4	office2.jmbfs.org https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/download/5817/3375	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
5	scielo.org.co Development and characterization of a fermented dairy beverage fr... http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472023000110201	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)

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

1	https://es.wikipedia.org/wiki/Actividad
2	https://es.wikipedia.org/wiki/Ion
3	http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/297/TO
4	https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf
5	https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065291108601666

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la sala de sesiones del consejo de facultad (2 piso del pabellón “B”-FIPA) de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, siendo las 10:00 horas del 23 de setiembre del 2024 los miembros del jurado de sustentación de la Tesis Titulada ADICIÓN DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) A UN YOGUR BATIDO Y EL EFECTO EN SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y VIABILIDAD DE BACTERIAS PROBIÓTICAS (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN” designado mediante resolución N°081-2024-DFIPA conformado por:

Dr. Genaro Christian Pesantes Arriola PRESIDENTE

Mg. Rodolfo Cesar Bailón Neira SECRETARIO

Mg. Gloria Ana Delgadillo Gamboa VOCAL

Dra. Dániza Mirtha Guerrero Alva ASESOR

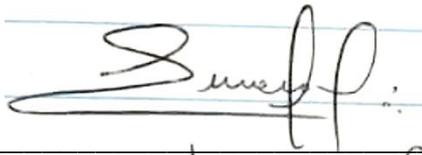
Se reunieron para desarrollar en acto público la Tesis titulada e indicada cuyos autores los bachilleres David Eduardo Tasayco Medina y Lorena Milagros Villafana Gómez, previa lectura de la resolución N°133-2024-DFIPA que los declara expeditos para la sustentación de tesis.

Terminada la sustentación, el jurado somete a los bachilleres a las preguntas relacionadas a la tesis expuesta para ser absueltas por los bachilleres.

Concluida esta etapa el jurado realiza la deliberación correspondiente para determinar la calificación. El jurado evaluador otorga el calificativo de 18

(excelente). Se dio lectura en acto público del acta de sustentación, acto seguido se realizó la juramentación de los titulados a cargo del presidente del jurado.

Siendo las 10:55 horas del mismo día y habiendo cumplido con lo dispuesto en el art. 82 del Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado. Se declara cerrada la sesión, dando fe de lo expuesto y actuando con las respectivas firmas.



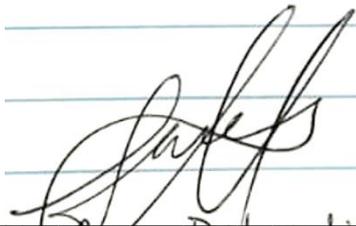
Dr. Genaro Christian Pesantes Arriola

PRESIDENTE



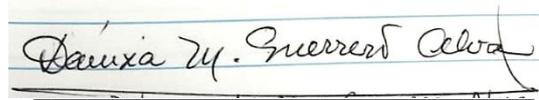
Mg. Rodolfo Cesar Bailón Neira

SECRETARIO



Mg. Gloria Ana Delgadillo Gamboa

VOCAL



Dra. Dániza Mirtha Guerrero Alva

ASESOR

DEDICATORIA

DAVID EDUARDO TASAYCO MEDINA

“A mis padres y mis hermanos, por enseñarme el valor de la perseverancia”.

“A mis tíos Rubén y Percy, sin su apoyo no hubiera sido posible cumplir esta meta”.

LORENA MILAGROS VILLAFANA GOMEZ

“A mi bello hijo Maximiliano Salcedo con mucho cariño, por más logro juntos mi niño”.

“A mis padres Luis y Margarita por su apoyo y su ejemplo de lucha y perseverancia”.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las docentes, estudiantes y personal administrativo de la Facultad de Medicina Veterinaria-UNMSM quienes nos brindaron su apoyo para la realización directa e indirectamente de nuestra tesis de pregrado, en particular a la Dra. MV. Daphne Ramos Delgado y Mg. MV. Andrea Carhuallanqui por abrirnos las puertas del Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental; además de habernos brindado su guía constante de conocimientos para la realización de la parte experimental.

A nuestra asesora Mg. Dániza Guerrero Alva por habernos brindado su tiempo, cariño y paciencia durante la corrección del presente manuscrito.

A la empresa ANDEAN ROOTS de productos naturales y al biólogo Iván Manrique por facilitarnos el jarabe de yacón para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Nacional Del Callao, nuestra *alma mater*, por la subvención brindada para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

ÍNDICE

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1.	Descripción de la realidad problemática	20
1.2.	Formulación del problema	21
1.2.1.	Problema general.....	21
1.2.2.	Problemas específicos.....	21
1.3.	Objetivos.....	22
1.3.1	Objetivo general	22
1.3.2.	Objetivos específicos.....	22
1.4.	Justificación	23
1.4.1	Teórica.....	23
1.4.2	Tecnológica	25
1.4.3	Económica.....	25
1.5.	Delimitantes de la investigación	26
1.5.1.	Teórico	26
1.5.2.	Temporal	26
1.5.3.	Espacial.....	26
II.	MARCO TEÓRICO.....	27
2.1.	Antecedentes.....	27
2.1.1.	Antecedentes nacionales.....	27
2.1.2.	Antecedentes internacionales.....	28
2.2.	Bases teóricas	30
2.2.1.	Prebióticos	30
2.2.2.	Yacón	36
2.2.3.	Jarabe de yacón.....	45

2.2.4.	Probióticos	47
2.2.5.	Bifidobacterium animalis subsp. Lactis BB-12®.....	48
2.2.6.	Lactobacillus acidophilus LA-5®.....	49
2.3.	Marco Conceptual.....	49
2.3.1.	Microbiota intestinal	49
2.3.2.	Relación prebióticos-probióticos.....	50
2.3.3.	Simbióticos.....	51
2.3.4.	Características fisicoquímicas	51
2.3.5.	Características sensoriales.....	52
2.3.6.	Viabilidad bacteriana.....	52
2.4.	Definición de términos básicos.....	53
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	55
3.1.	Hipótesis	55
3.1.1.	Hipótesis General.....	55
3.1.2.	Hipótesis Específicas.....	55
3.2.	Operacionalización de variable	56
3.2.1.	Definición conceptual de las variables.....	56
IV.	METODOLOGIA DEL PROYECTO	58
4.1.	Diseño metodológico	58
4.2.	Método de investigación.....	59
4.3.	Población y muestra	60
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado	60
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	61
4.5.1.	Materia prima	61
4.5.2.	Elaboración del yogur probiótico	62
4.5.3	Análisis sensoriales del yogur.....	63

4.5.4	Análisis fisicoquímicos del yogur	63
4.5.5	Análisis de la viabilidad de bacterias probióticas	65
4.5.6	Instrumentos	68
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	71
4.7.	Aspectos éticos en Investigación.	71
V.	RESULTADOS.....	72
5.1.	Resultados descriptivos.....	72
5.1.1.	Materia prima	72
5.1.2.	Microbiológicos del yogur	73
5.1.3.	Características sensoriales del yogur.....	73
5.1.4.	Pruebas fisicoquímicas de las formulaciones de yogur.....	76
5.1.5.	Viabilidad de bacterias probióticas	79
5.2.	Resultados inferenciales	83
5.2.1.	Características sensoriales.....	83
5.2.2.	Características fisicoquímicas	86
5.2.3.	Viabilidad de bacterias probióticas	88
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
6.1.	Contrastación de hipótesis con los resultados.....	89
6.2.1.	Prueba de Hipótesis general.....	89
6.2.2.	Prueba de hipótesis específicas	90
6.2.1	Hipótesis específica 2	91
6.2.2	Hipótesis específica 3	93
6.2.	Contrastación de resultados con estudios similares.....	94
6.2.1	Sensoriales del yogur	94
6.2.2	Fisicoquímicos del yogur	94
6.2.3	Viabilidad de las bacterias probióticas.....	98

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	100
VII. CONCLUSIONES	102
VIII. RECOMENDACIONES	104
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	126
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	127
Anexo 2: Boleta de compra leche cruda	128
Anexo 3: Especificaciones técnicas del cultivo ABY-3.....	129
Anexo 4: Datos fisicoquímicos jarabe de yacón.....	133
Anexo 5: Permiso del laboratorio para usar instalaciones	135
Anexo 6: Instrumentos de recolección de datos	136
Anexo 7: Datos de los panelistas	138
Anexo 8: Codificación de muestras de yogur.....	143
Anexo 9: Resultados del análisis sensorial	144
Prueba de grado de satisfacción.....	144
Prueba de ordenamiento.....	155
Anexo 12. Correlación de Spearman para características fisicoquímicas y viabilidad bacteriana.....	161
Anexo 13. Fotos del desarrollo del proyecto	170
Elaboración del yogur probiótico.....	170
Análisis sensorial.....	172
Análisis fisicoquímicos	173
Viabilidad probióticos	174

TABLAS

Tabla 1: Principales prebióticos y sus fuentes	33
Tabla 2: Oligosacáridos tipo fructanos en vegetales.....	34
Tabla 3: FOS, azúcares y edulcorantes sintéticos	36
Tabla 4: Variedades de yacón	40
Tabla 5: Colecciones de yacón en Sudamérica	42
Tabla 6: Yacón fresco en el Perú	44
Tabla 7: Composición química en 100g de yacón.....	44
Tabla 8: Azúcares en el yacón durante el soleado.....	45
Tabla 9: Caracterización del jarabe de yacón	46
Tabla 10: Probióticos en la alimentación humana.....	47
Tabla 11: Cepas comerciales de <i>L. acidophilus</i>	49
Tabla 12: Operacionalización de las variables	57
Tabla 13: Diseño experimental del estudio.....	58
Tabla 14: Escala hedónica para la evaluación sensorial	70
Tabla 15: Resultados fisicoquímicos de la leche cruda.....	72
Tabla 16: Resultados microbiológicos de la leche cruda	72
Tabla 17: Resultados del jarabe de yacón	73
Tabla 18: Resultados microbiológicos del yogur	73
Tabla 19: Resultados de grado de satisfacción.....	74
Tabla 20: Recuento de preferencias por formulaciones.....	74
Tabla 21: PH de las formulaciones durante 28 días de almacenamiento(4°C)	76
Tabla 22: Acidez de formulaciones durante 24 días de almacenamiento (4°C)	77
Tabla 23: Color de formulaciones durante 24 días de almacenamiento (4°C)	78
Tabla 24: Recuento de bacterias probiótica LA-5 [®] por formulaciones.....	79
Tabla 25: Recuento de bacterias probióticas BB-12 [®] por formulaciones	81
Tabla 26: Kruskal-Wallis para características sensoriales	83
Tabla 27: Comparaciones por parejas sig. Ajust.a.....	84
Tabla 28: Diferencias criticas absolutas de la suma de rangos	85
Tabla 29: Correlación de Spearman (pH) entre formulaciones y días de almacenamiento.....	86

Tabla 30: Correlación de Spearman (acidez) entre formulaciones y días de almacenamiento.....	86
Tabla 31: Correlación de Spearman (color L*) entre formulaciones y días de almacenamiento.....	87
Tabla 32: Correlación de Spearman (color a* y b *) entre formulaciones y días de almacenamiento.....	87
Tabla 33: Correlación de Spearman (LA-5®) entre formulaciones y días de almacenamiento.....	88
Tabla 34: Prueba de Correlación de Spearman (BB-12®) entre formulaciones y días de almacenamiento.....	88
Tabla 35: Matriz de consistencia	127
Tabla 36: Datos de los panelistas.....	138
Tabla 37: Resumen de datos de los panelistas.....	141
Tabla 38: Codificación de muestras de yogur	143
Tabla 39: Datos prueba de grado de satisfacción	144
Tabla 40: Descriptivos prueba de grado de satisfacción.....	147
Tabla 41: Normalidad de características sensoriales.....	149
Tabla 42: Homocedasticidad características sensoriales	150
Tabla 43: Comparaciones por parejas sabor	151
Tabla 44: Comparaciones por parejas consistencia.....	152
Tabla 45: Comparaciones por parejas aroma	153
Tabla 46: Comparaciones por parejas color.....	154
Tabla 47: Datos prueba de ordenamiento	155
Tabla 48: Ranking prueba de ordenamiento	157
Tabla 49: Tabla de diferencias criticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones de “todos los tratamientos” con un nivel de significancia del 5%	159

FIGURAS

Figura 1: Candidatos a prebióticos y no prebióticos establecidos	32
Figura 2: Estructura química de los fructanos	34
Figura 3: Aspectos morfológicos del yacón	38
Figura 4: Etapas de crecimiento del yacón (escala BBCH)	39
Figura 5: Cultivos del yacón a nivel mundial	42
Figura 6: Diagrama de elaboración yogur probiótico.....	62
Figura 7: Comparativo de preferencias 1° y 6°	75
Figura 8: Dispersión mayor preferencia (1°) - edad - género	75
Figura 9: PH de las formulaciones durante 28 días de almacenamiento(4°C) .	76
Figura 10: Acidez de formulaciones durante 24 días de almacenamiento(4°C)	77
Figura 11: Comparación de recuentos de LA-5® (10 ⁶ UFC/ml) por formulaciones durante 28 días de almacenamiento (4°C)	80
Figura 12: Comparación de recuentos de BB-12® (10 ⁶ UFC/ml) por formulaciones durante 28 días de almacenamiento (4°C)	82
Figura 13: Post-Hoc entre las formulaciones	85
Figura 14: CODIFICACIÓN DE MUESTRAS DE YOGUR.....	143
Figura 15: Promedios de grado de satisfacción	146
Figura 16: Líneas de medias por característica sensorial.....	146
Figura 17: Diagrama de cajas por característica sensorial	148
Figura 18: Barras apiladas preferencias por formulaciones	158
Figura 19: Preparación del cultivo iniciador ABY-3	170
Figura 20: Disolución goma guar y leche en polvo.....	170
Figura 21: Inoculación del cultivo probiótico.....	170
Figura 22: Incubación de leche en estufa a 40°c x 6h	171
Figura 23: Batido del yogur posterior a 24h X 4°C	171
Figura 24: Adición de jarabe de yacón por formulaciones	171
Figura 25: Envasado de formulaciones para análisis.....	172
Figura 26: Muestras de formulaciones de yogur	172
Figura 27: Panelista durante evaluación sensorial.....	172
Figura 28: Determinación del pH del yogur	173

Figura 29: Determinación de la acidez titulable del yogur.....	173
Figura 30: Evaluación del color en formulaciones de yogur.....	173
Figura 31: Microbiología de probióticos por formulaciones.....	174
Figura 32: Incubación anaeróbica a 36°C x 72 horas	174
Figura 33: Antibiótico ciprofloxacino en balanza analítica.....	174
Figura 34: Disolución de antibiótico clindamicina.....	175
Figura 35: Enumeración de colonias LA-5® por día	175
Figura 36: Colonias LA-5® en placa petri.....	175
Figura 37: Enumeración de colonias BB-12®	176
Figura 38: Colonias BB-12® en placa PETRI.....	176

RESUMEN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz originaria de Sudamérica reconocido por su efecto prebiótico al contener fructooligosacáridos (FOS) y que sumado a probióticos potencian su valor funcional. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la adición de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido en sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12*[®] y *Lactobacillus acidophilus LA-5*[®]) durante el almacenamiento en refrigeración. Se manejaron 6 tratamientos de yogur probiótico con adición de jarabe de yacón a diferentes concentraciones (F₁: control, F₂: 3.5%, F₃: 5%, F₄: 10%, F₅: 15%, F₆: 20%) durante el almacenamiento por un periodo de 28 días. Las pruebas de aceptabilidad sensorial evidencian solo un efecto positivo al sabor a la adición de jarabe de yacón, siendo la F₅ y F₆ las de mayor preferencia (p>0.05). En las características fisicoquímicas, una mayor adición de jarabe de yacón disminuye el pH y aumenta la acidez. Asimismo, los recuentos de bacterias probióticas *BB-12*[®] y *LA-5*[®] disminuyeron durante el almacenamiento, sin embargo, tuvieron mayor viabilidad al día 28. Asimismo, mediante la correlación de Spearman se determinó que existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (p>0.05). Frente a ello, el estudio se presenta como alternativa para ser línea base a futuras investigaciones e innovaciones en la industria alimentaria.

Palabras claves: *Smallanthus sonchifolius*, jarabe de yacón, viabilidad, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12*[®], *Lactobacillus acidophilus LA-5*[®], almacenamiento, refrigeración.

ABSTRACT

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is a root native to South America, known for its prebiotic effect due to its fructooligosaccharide (FOS) content, which, together with probiotics, enhances its functional value. The aim of this study was to evaluate the effect of adding yacon syrup (*Smallanthus sonchifolius*) to a blended yogurt on its sensory and physicochemical characteristics, as well as the viability of probiotic bacteria (*Bifidobacterium animalis subsp lactis* BB-12® and *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) during refrigerated storage. Six probiotic yogurt treatments were used with the addition of yacon syrup at different concentrations (F1: control, F2: 3.5%, F3: 5%, F4:10%, F5: 15%, F6: 20%) during storage for a period of 28 days. Sensory acceptability tests show only a positive effect on the flavor of the addition of yacon syrup, with F5 and F6 being the most preferred ($p>0.05$). In the physicochemical characteristics, a greater addition of yacon syrup decreases the pH and increases the acidity. Likewise, the counts of probiotic bacteria BB-12® and LA-5® decreased during storage, however, they had greater viability on day 28. Likewise, through Spearman's correlation it is mentioned that there is an effect between a greater addition of yacon syrup in a beaten yogurt and its physicochemical characteristics and viability of probiotic bacteria ($p>0.05$). Faced with this, the study is presented as an alternative to be a baseline for future research and innovations in the food industry.

Keywords: *Smallanthus sonchifolius*, yacon syrup, viability, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12®, *Lactobacillus acidophilus* LA-5®, storage, refrigeration.

INTRODUCCION

Actualmente, el raudo estilo de vida impacta sobre nuestros hábitos alimenticios al preferir alimentos ultra procesados, ricos en azúcares libres y grasas saturadas; pero con baja calidad nutricional. Diversos estudios indican que el consumo frecuente de estos alimentos inducen al desarrollo de obesidad, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, dislipidemia, disbiosis intestinal e incluso cáncer (MARTÍ DEL MORAL *et al.*, 2020). Para contrarrestar estos problemas de salud, la industria alimentaria incentiva el consumo de alimentos funcionales como probióticos y prebióticos. En la industria láctea, el yogur es el principal vehículo de probióticos hacia los consumidores (GAO *et al.*, 2021). Asimismo, este medio resulta ideal para conducir prebióticos (DIONÍSIO *et al.*, 2020). Por lo que se destaca el uso en conjunto de ambos para mejorar el desarrollo y viabilidad de bacterias lácticas, así como la actividad probiótica durante la elaboración y almacenamiento, manteniendo recuentos no menores a 10^7 UFC/ml hasta llegar al tracto gastrointestinal (KHURANA y KANAWJIA 2007).

Un prebiótico no muy consumido es la raíz del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), la cual se caracteriza por su contenido de fructooligosacáridos (FOS), inulina y compuestos fenólicos (CHOQUE DELGADO *et al.*, 2013), por lo que resulta una interesante alternativa para el tratamiento de la diabetes y obesidad (GRAU *et al.*, 2007). Por lo tanto, el objetivo de nuestra investigación fue evaluar el efecto de la adición de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido en sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12[®] y *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®]) durante el almacenamiento en refrigeración. En ese sentido, la hipótesis plantea que existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12[®] y *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®]) durante el almacenamiento en refrigeración.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La diabetes es un grave problema de salud a nivel mundial con una prevalencia mayor en los últimas décadas, principalmente en países de bajos y medianos ingresos (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD 2016). La microbiota intestinal es un factor patogénico importante en el desarrollo de diabetes, obesidad infantil y del síndrome metabólico (VYAS *et al.*, 2019). Frente al incremento de estas enfermedades en escalas epidémicas, el yacón posee cualidades prometedoras para el tratamiento y prevención de dichas enfermedades (GRAU *et al.* 2007). La raíz tuberosa del yacón (*Smallantus sonchifolius*) es un prebiótico que se caracteriza por su rico contenido de fructooligosacáridos (FOS), inulina y compuestos fenólicos (CHOQUE DELGADO *et al.*, 2013). Sin embargo, pese a todos los beneficios mencionados los esfuerzos por promover su consumo aún son minorativos (YUANITA *et al.*, 2021). La industrialización a jarabe le permite un atractivo valor comercial para su consumo directo o inclusión con otros alimentos, pero aún su producción es mínima (solo entre 7 y 10%) (MANRIQUE, PARRAGA y HERMANN 2005).

En la actualidad, la industria alimentaria promueve alimentos funcionales, “aquellos que ejercen efectos beneficiosos y nutricionales básicos para el organismo y se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades” (FUENTES-BERRIO, ACEVEDO-CORREA y GELVEZ-ORDONEZ 2015). Para ello vienen empleando el uso de la biotecnología, la cual utiliza microorganismos vivos denominados probióticos (ARAYA *et al.*, 2002). Un producto innovador es el yogur funcional que incluye la adición de probióticos (bacterias ácido-lácticas principalmente *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*) y prebióticos, ambos forman una simbiosis potenciando los beneficios al consumidor. Sin embargo, para que el yogur probiótico garantice su efectividad debe mantener la viabilidad y la actividad probiótica durante el proceso de elaboración y almacenamiento, con recuentos no menores a

10⁷ufc/ml al llegar al tracto gastrointestinal (KHURANA y KANAWJIA 2007). Es allí donde el efecto prebiótico del yacón cumple su rol simbiótico incrementando el desarrollo y viabilidad de dichas bacterias ácido- lácticas (KHURANA y KANAWJIA 2007). Especies probióticas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* fermentan en condiciones anaeróbicas los fructooligosacáridos del yacón (PEDRESCHI *et al.*, 2003). En este contexto, si bien los efectos beneficiosos del consumo de yacón en la salud intestinal aún siguen siendo investigados, resulta en una alternativa potencialmente beneficiosa para reforzar, el carácter probiótico del yogur.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto de la adición de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido, en sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12*[®] y *Lactobacillus acidophilus LA-5*[®]) durante el almacenamiento en refrigeración?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a yogur batido en sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento)?
- ¿Cuál es el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido en sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración?
- ¿Cuál es el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido en la viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12*[®] y

Lactobacillus acidophilus LA-5[®]) durante el almacenamiento en refrigeración?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la adición de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido, en sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12*[®] y *Lactobacillus acidophilus LA-5*[®]) durante el almacenamiento en refrigeración.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido, en sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento).
- Evaluar el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido, en sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración.
- Evaluar el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) a un yogur batido, en la viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12*[®] y *Lactobacillus acidophilus LA-5*[®]) durante el almacenamiento en refrigeración.

1.4. Justificación

1.4.1 Teórica

En la actualidad, se procura promover dietas ricas en carbohidratos de bajo índice glucémico (IG), fibra de cereales, almidón resistente, grasas de origen vegetal y proteínas magras para reducir el riesgo de enfermedades crónicas y sus comorbilidades (WOLLOWSKI, RECHKEMMER y POOL-ZOBEL 2001; MAKI y PHILLIPS 2015).

El yacón es un fruto que destaca por su contenido de fructooligosacáridos (FOS), el cual es considerada una fuente potencial de prebióticos con posibilidad de ser empleada como suplementos dietéticos dentro de la industria alimentaria (PEDRESCHI *et al.*, 2003). Estudios clínicos evidenciaron que el consumo de alimentos ricos en FOS mejora la flora intestinal y los lípidos sanguíneos en la hiperlipidemia; además, reduce el colesterol total, los triglicéridos, la glucosa en sangre, la presión arterial y disminuye la producción de putrefacción intestinal (YAMASHITA, KAWAI y ITAKURA 1984; HAYASHI 1985) citado por (HIDAKA *et al.*, 1986). Incluso, indican que los prebióticos reducen la frecuencia de enfermedades alérgicas al fortalecer el sistema inmunológico frente patógenos intestinales y extraintestinales (BRUZZESE *et al.*, 2006).

El procesamiento del yacón en jarabe reduce sus limitaciones en cuanto a su comercialización como alimento fresco (MANRIQUE, PARRAGA y HERMANN 2005), por lo que facilita poder consumirlo e incluirlo como parte de nuestra dieta. Al no causar aumento en la concentración de glucosa en la sangre se recomienda su consumo a personas que desean controlar su peso o a pacientes diabéticos (MANRIQUE, BLAS y GONZALES 2014) y a la vez administrarse como suplemento dietético para prever y atender enfermedades crónicas (CAETANO *et al.*, 2016).

Asimismo, el jarabe de yacón tiene un efecto de disminución postprandial de las concentraciones de glucosa e insulina en mujeres adultas (ADRIANO *et al.*, 2019). Ensayos en mujeres premenopáusicas y obesas demuestran que su consumo reduce el peso corporal y los niveles de insulina sérica (GENTA *et al.*, 2009).

En animales sanos (ratas) previene la inflamación, el estrés oxidativo y las alteraciones de la barrera intestinal asociadas al cáncer colorrectal (CCR) (VEREDIANO *et al.*, 2020). En ratones, un consumo regular de yacón mejora el equilibrio del sistema inmunitario periférico previniendo posiblemente los riesgos asociados a las enfermedades autoinmunes y metabólicas (CHOQUE DELGADO *et al.*, 2012)

Se ha evidenciado que la simbiosis entre prebióticos y probióticos mejoran la funcionalidad de productos alimenticios, tales con el yogur, en pro de beneficios para la salud (FUENTES-BERRIO, ACEVEDO-CORREA y GELVEZ-ORDONEZ 2015). Por ende, se potencia aún más los beneficios propios del yogur probiótico.

De acuerdo a (CHAMPAGNE *et al.*, 2011), recuentos mínimo aceptables de 10^6 a 10^8 UFC/g de probióticos en un producto alimentario garantizan efectos saludables para el consumidor. Estos se relacionan directamente con la viabilidad sostenible a lo largo de las etapas de producción, almacenamiento y estrés durante la ingesta gastrointestinal (MBYE *et al.*, 2020).

(J. YEBOAH *et al.*, 2023) mediante una revisión a las bacterias ácido lácticas (BAL), principalmente a probióticos, validan los efectos beneficiosos de estos para un microbiota sano promoviendo efectos terapéuticos a enfermedades e infecciones. En un ensayo controlado aleatorizado a 60 diabéticos de tipo 2, se suministró diariamente 300 g de yogur convencional o probiótico durante 6 semanas, el perfil lipídico de los consumidores probióticos LA-5® y BB-12® se redujo en un 4,5% del colesterol total y 7,5% del colesterol

medio (EJTAHED *et al.*, 2011). De manera similar (REZAZADEH *et al.*, 2021), determinaron que el consumo diario de yogur probiótico que contiene LA-5® y BB-12® ejercen efectos positivos sobre el estrés oxidativo, aumento de la capacidad antioxidante total y disminución de niveles de ácido úrico sérico en pacientes con síndrome metabólico.

1.4.2 Tecnológica

Los productos que incluyen probióticos (Bacterias ácido- lácticas) tienen deficiencias por mantenerlos viables durante su almacenamiento, viéndose afectados por contratiempos durante la fabricación, envases inadecuados que consienten la permeabilidad del oxígeno y malas condiciones de almacenamiento (SAHADEVA *et al.*, 2011). Frente a ello, este estudio pretende evaluar diferentes concentraciones de jarabe de yacón incorporados en un medio como el yogur para buscar una novedosa alternativa de un producto conveniente, práctico, económico y de uso seguro para garantizar la viabilidad y estabilidad de probióticos durante el almacenamiento del yogur.

1.4.3 Económica

Actualmente, el sector lácteo continúa posicionándose como la principal fuente de incorporación de diversos probióticos; a través de su inclusión durante la fermentación de productos lácteos o en matrices alimentarias (GAO *et al.*, 2021). Este escenario genera una gran oportunidad y desafío para la industria alimentaria por la creciente demanda por alimentos funcionales. Los resultados de esta investigación promueven la diversificación de componentes que se adicionan a yogures probióticos, lo que repercute en beneficios económicos para algunas empresas innovadoras del sector lácteo.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Teórico

Como limitaciones teóricas se establece la escasez de ensayos prospectivos que investiguen el crecimiento y la actividad de la microbiota en alimentos con adición de derivados de yacón (KELLOW, COUGHLAN y REID 2014). Asimismo, falta de mayor investigación *in situ* en modelos humanos tras el consumo de una dieta en que se promueva el consumo de yacón y derivados (YAN *et al.*, 2019), y en especial en sujetos obesos o diabéticos para determinar la funcionalidad del alimento (DIONÍSIO *et al.*, 2020).

1.5.2. Temporal

Como limitaciones temporales que se presentaron en el desarrollo del estudio, se tuvo las medidas restrictivas que impuso el gobierno peruano para afrontar la crisis sanitaria del Covid-19, lo cual dilató el tiempo programado para el uso de medios de cultivo y reactivos, así como quedar en desuso materia prima y cultivos probióticos adquiridos con antelación.

1.5.3. Espacial

Como limitante espacial es que nuestro estudio se encuentra enfocado en la situación actual de la Facultad de Medicina de Veterinaria – UNMSM. Por tal razón el análisis de la información solo está limitada en un grupo de personas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

CASTILLO (2014) *Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración*. Analizó un yogur comercial Yo-Fast-88 y uno de elaboración propia. Como resultado, el yogur comercial mantuvo el recuento de *L. acidophilus* mayor a 10^6 UFC/g por 21 días de almacenamiento (4°C) dentro del rango establecido por la Normativa Ecuatoriana, mientras que la cepa *Bifidobacterium* se mantuvo en el rango solo por siete días. Sin embargo, el yogur elaborado con el cultivo ABY-3 obtuvo recuentos superiores a 10^7 UFC/g por 28 días de almacenamiento además de mayor valoración en sus atributos sensoriales.

CORONADO y SALAZAR (2017). *Elaboración de harina de Smallanthus sonchifolius (POEPP.) H. ROB. "yacón" y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probiótica*. Elaboraron la harina a través de 2 métodos: "A" por molienda de la raíz o "B" acondicionamiento de la muestra (zumo de yacón). Los resultados muestran una mayor cantidad de carbohidratos (azúcares totales y reductores) en la harina obtenida por el método B. Se concluye que los azúcares presentes en la harina de yacón obtenida por ambos métodos A y B, estimulan el crecimiento de *Lactobacillus acidophilus* de 5×10^4 a 7×10^8 y de 6×10^4 a $1,3 \times 10^9$ UFC/mL, respectivamente; así como también las *Bifidobacterium breve* incrementan su número de 5×10^4 a $2,3 \times 10^8$ y de 6×10^4 a $2,78 \times 10^8$ UFC/mL, respectivamente.

LUDEÑA (2022). *Caracterización fisicoquímica microbiológica y sensorial de un producto fermentado tipo Yogurt a base de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. Desarrolló un producto fermentado tipo yogurt a base de quinoa (variedades: Rosada de Huancayo (RH) y Pasankalla (PK)) con *Lactobacillus*

plantarum Q823, cultivadas en la región Junín entre 2500 y 3000 m.s.n.m., considerando una fermentación a 30 °C, para luego ser almacenadas por 28 días entre 5 – 7 °C. Determinó la actividad metabólica, pH, viscosidad, acidez y la composición química de los productos fermentados de quinua de sabor natural (Q-PK y Q-RH) y saborizados (QBB-RH y QD-PK) y finalmente la viabilidad de los microorganismos durante el almacenamiento. *Lactobacillus plantarum* Q823, tuvo un crecimiento satisfactorio en las bases de quinua, logrando un recuento final de Log 9.30 ± 0.30 UFC/mL y Log 9.13 ± 0.49 UFC/mL en los productos fermentados.

2.1.2. Antecedentes internacionales

PARRA (2014), *Efecto de la adición de yacón (Smallanthus sonchifolius) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogur durante el almacenamiento bajo refrigeración*. Evaluó comparativamente un yogur suplementado con sacarosa y otro con concentrado de yacón al 3%, determinando que el pH disminuyó y la acidez aumentó en relación al yogur control durante los 30 días de almacenamiento. El concentrado de yacón aumentó el recuento de bacterias ácido-lácticas y obtuvo buena aceptación sensorial.

PADILHA *et al.*, (2017). *Optimización de yogures simbióticos con pulpa de yacón (Smallanthus sonchifolius) y evaluación de la viabilidad de bacterias lácticas*. Estudiaron los efectos (variables independientes: ingredientes) del azúcar (4 a 9%), pulpa de yacón concentrada a 25° Brix. (5 a 12%) y leche desnatada en polvo (1 a 6%) sobre el aroma, sabor, consistencia, apariencia, impresión general e intención de compra (variables dependientes: atributos sensoriales) de yogures simbióticos. De acuerdo a su diseño factorial de 17 experimentos, se sometieron las formulaciones con mayor aceptabilidad sensorial a pruebas de viabilidad durante el periodo de almacenamiento (21 días a 10 °C). Los recuentos de todas muestras permanecieron viables por encima del mínimo requerido, *S. thermophilus* predominaba sobre los demás

microorganismos y los recuentos de probióticos estuvieron por encima de 6 log CFU/g. Sin embargo, un mayor porcentaje de pulpa de yacón tuvo una influencia negativa en el sabor, la consistencia, la apariencia, la impresión general y la intención de compra.

MENDES *et al.*, (2019). *Aceptación sensorial y caracterización de yogur suplementado con jarabe de yacón y extracto de anacardo como fuente de compuestos bioactivos*. Evaluaron el impacto del jarabe de yacón (YS) y el extracto de manzana de anacardo (CAE) en la caracterización de un yogur y su aceptación sensorial. En los resultados destacan las altas concentraciones de compuestos bioactivos: fructooligosacáridos (27.9 g/100 g de YS, 0 g/100 g de CAE), compuestos fenólicos (195.3 mg GAE/100 g de YS, 78.46 mg GAE/100 g de CAE) y composición de carotenoides (22,27 en YS y 49,65 en CAE) que contribuyen a su capacidad antioxidante. Desarrollaron 4 formulaciones: A (yogur sin suplemento, como control), B (yogur con la adición del 20% de YS), C (yogur con la adición del 20% de YS y el 10% de CAE) y D (yogur con la adición del 20% de YS y el 20% de CAE). La formulación B mostró una mayor aceptación sensorial (7,7 en escala hedónica de 9 puntos) y obtuvo los mejores valores de intención de compra en comparación con las otras formulaciones.

OZTURKOGLU-BUDAK *et al.*, (2019). *Efecto del grado de polimerización de la inulina sobre diversas propiedades de la leche fermentada simbiótica, incluidos Lactobacillus acidophilus LA-5 y Bifidobacterium animalis BB-12*. Evaluaron los efectos del grado de polimerización (DP) de la inulina; alto DP (DP \geq 23) y bajo DP (DP \leq 10); sobre las viabilidades de LA-5 y BB-12 durante 30 días. Concluyendo que la viabilidad de ambas cepas aumentó con el empleo de inulina en cualquier DP, incrementando el índice de consistencia, el contenido de ácido láctico y acético de todas las muestras. La muestra producida con LA-5 e inulina con alto DP, evidenció mejores resultados reológicos, sensoriales y de viabilidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Prebióticos

a. Evolución del concepto prebiótico

En 1995, se introdujeron el término a la comunidad científica definiéndolo como *“ingredientes alimentarios no digeribles que afecta beneficiosamente al huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una o un número limitado de bacterias en el colon, y que por tanto mejora la salud del huésped”* (GIBSON y ROBERFROID 1995).

En el 2004, una revisión actualiza el concepto a *“ingrediente fermentado selectivamente que permite cambios específicos, tanto en la composición como en la actividad de la microflora gastrointestinal que confiere beneficios al bienestar y la salud del huésped”* (GIBSON et al., 2004). Para entonces tan solo los fructooligosacáridos, los galactooligosacáridos y la lactulosa cumplían con los criterios establecidos.

En el 2007, se perfecciona la definición inicial a *“ingrediente fermentado selectivamente que permite cambios específicos, tanto en la composición como en la actividad de la microflora gastrointestinal, que confieren beneficios al bienestar y la salud del huésped”* (ROBERFROID 2007), destacando que tan sólo 2 alimentos carbohidratos (Inulina y oligofructosa) pueden considerarse prebióticos.

En el 2008, una reunión técnica de expertos de la FAO estipula la definición de *“componente alimentario no viable que confiere un beneficio para la salud del consumidor asociado a la modulación de la microbiota”* (PINEIRO et al., 2008) pues anteriormente la fermentación selectiva hacía referencia al aumento tan solo de *bifidobacterias* y/o *lactobacilos*, lo cual es inadecuado al excluir a *Clostridium coccoides*, *Clostridium leptum* y *Bacteroides*, quienes

también intervienen para una modulación beneficiosa. Ello justifica cómo esta nueva definición hasta la fecha es ampliamente aceptada.

En noviembre del 2008, expertos de la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos (ISSAP) establecen el término como *"un ingrediente fermentado selectivamente que provoca cambios específicos en la composición y/o actividad de gastrointestinal, confiriendo así beneficios a la salud del huésped"*. Pues considera que la cavidad oral, la piel o el tracto urogenital puedan verse modulados por un enfoque prebiótico (GIBSON *et al.*, 2010).

En el 2010, avances en la biología molecular permiten identificar y cuantificar los microorganismos que componen la microbiota intestinal, así como sus propiedades, interacciones entre ellos y células epiteliales. Por consiguiente, se valida y amplía el concepto a: *"la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad(es) de uno o un número limitado de géneros/especies microbianas de la microbiota intestinal que confieren beneficios para la salud del huésped"*. Destacando que también reducen el riesgo de patologías intestinales y sistémicas diversas (ROBERFROID *et al.*, 2010).

En el 2015, un panel de expertos propone un concepto más complejo considerando a la selectividad con respecto a la fermentación microbiana como la clave del concepto prebiótico: *"un compuesto no digerible que, a través de su metabolización por microorganismos en el intestino, modula la composición y / o actividad de la microbiota intestinal, confiriendo así un efecto fisiológico beneficioso sobre el huésped"* (BINDELS *et al.*, 2015). Esta cambió el enfoque anterior hacia la diversidad del ecosistema, el apoyo de amplios consorcios y la producción de ácidos grasos de cadena corta (SCFAs) en la microbiota. Resultando también ser más preciso y racional para la identificación de los compuestos prebióticos.

En el 2017, ISSAP actualizó la definición de prebióticos a *"un sustrato que es utilizado selectivamente por los microorganismos del huésped y que confiere"*

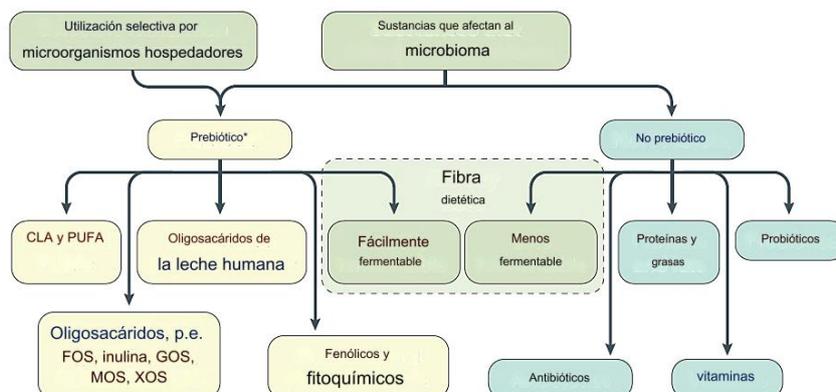
un beneficio para la salud”, con la finalidad de permitir incluir sustancias que no sean carbohidratos y su aplicación en otros lugares distintas al tracto gastrointestinal. Destacando también el uso de prebióticos en animales o humanos (GIBSON *et al.*, 2017).

a. Clasificación

Los prebióticos pueden clasificarse en relación a su fuente, tipo, composición, estructura (grado polimerización), aplicación, beneficio para la salud o la región (BISWAL, PAL y DAS 2017). Se debe tener especial cuidado con polisacáridos y fibras alimentarias que pretenden ser prebióticos sin realmente serlo (SLAVIN 2013).

Los oligosacáridos (OS) que comprenden entre 3 a 30 moléculas de monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos tipo β son considerados prebióticos (HERNÁNDEZ *et al.*, 2015), pues estos nutricionalmente se comportan como fibra alimentaria soluble no digerible. Los fructanos con unión β (2-1) como lo son inulina, oligofructosa y fructooligosacáridos (FOS) vienen a ser prebióticos específicamente bifidogénicos (DI PRIMIO, DUCA y RUBIO 2021).

Figura 1: Candidatos a prebióticos y no prebióticos establecidos



Fuente: (GIBSON *et al.* 2017)

Donde: PUFA, ácido graso poliinsaturado; FOS, fructooligosacáridos; GOS, galactooligosacáridos; MOS, mannanoligosacáridos; XOS, xiloligosacáridos.

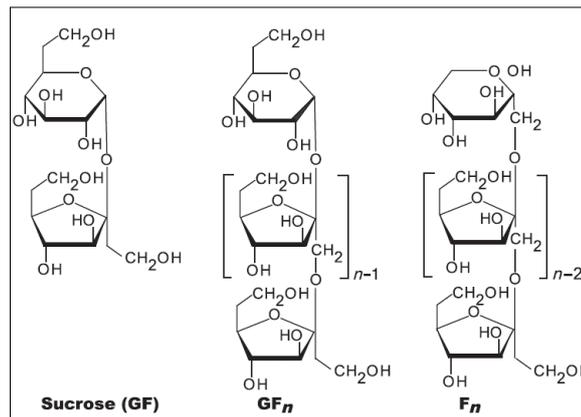
b. Principales prebióticos

Tabla 1: Principales prebióticos y sus fuentes

Prebióticos	Fuentes
Inulina	Achicoria, cebolla, ajo, alcachofas de Jerusalén, tomates y plátanos
Fructooligosacáridos (FOS)	De forma natural en espárragos, escarola, remolacha, ajo, achicoria, cebolla, alcachofas de Jerusalén, plátanos y tomates). Otras fuentes: cereales, trigo, cebada, centeno y miel. Los FOS se preparan comercialmente a partir de la achicoria en una reacción de hidrólisis con inulinasa y también pueden derivarse en una reacción sintética enzimática mediante la transferencia de fructosilo en sacarosa.
Galactooligosacáridos	Legumbres, frutos secos, soja y productos de soja, guisantes, harina de colza, lentejas, garbanzos/hummus, guisantes verdes, habas, alubias rojas
Fructanos	Oligosacáridos naturales presentes en cebollas, plátanos, trigo, alcachofas, ajo y achicoria; o se fabrican a partir de la sacarosa para la industria alimentaria
Gránulos de almidón resistente	Patatas crudas, plátanos
Pectinas	Pulpa de manzana y de remolacha
β -Glucanos	Avena y cebada
Psyllium	Cáscara de psilio (planta)
Isomaltooligosacáridos	Producidos comercialmente a partir de la acción enzimática de la α -amilasa, la pululanasa y la α -glucosidasa sobre el almidón de maíz
Lactulosa	Producto de isomerización de la galactofructosa derivado de la lactosa
Oligosacáridos de la leche	Leche humana y de vaca. También pueden producirse sintéticamente a partir del jarabe de lactosa utilizando β -galactosidasa

Fuente: (GYAWALI *et al.*, 2019)

Figura 2: Estructura química de los fructanos



Fuente: (WILEY-BLACKWELL 2010) G: Glucosa; F: Fructosa

Tabla 2: Oligosacáridos tipo fructanos en vegetales

Materia vegetal	Familia	Órgano vegetal	g/100g peso fresco	Grado de polimerización
Alcachofa de Jerusalén	Asteraceae	Tubérculo	6 – 20.2	3 – 10 = 52% 11 – 40 = 48%
Yacón	Asteraceae	Tubérculo	0.85 – 8.6	3 – 7
Bardana	Asteraceae	Raíz	3.5 – 17	3 – 14
Estevia	Asteraceae	Raíz	4.6	5 – 16
Agave	Agavaceae	Corazón	13 – 17	3 – 50
Cebolla	Liliaceae	Bulbo	1.1 – 9.4	3 – 12 = 95% 13 – 20 = 5%
Ajo	Liliaceae	Bulbo	0.4 – 17.4	3 – 5 = 10 – 25% 5 – 58 = 75 – 90%
Puerro	Liliaceae	Bulbo	3 – 10	3 – 5 = 50% 6 – 12 = 50%
Espárrago	Asparagaceae	Brote	2.6	3 – 11
Trigo	Poaceae	Grano	0.7 – 2.9	3 – 9 = 70 – 77% >9 = 23 – 30%
Centeno	Poaceae	Grano	0.6 – 1.9	3 – 9 = 53 – 64% >9 = 36 – 47%
Cebada	Poaceae	Grano	1.1 – 1.7	3 – 12
Plátano	Musaceae	Fruta	0.3 – 0.8	3 – 5

Fuente: (MARTÍNEZ-VILLALUENGA y FRÍAS 2014).

c. Beneficios a la salud

El uso de prebióticos provenientes de fibras funcionales como los fructooligosacáridos y betaglucanos pueden contribuir al desarrollo de una microbiota intestinal humana saludable promoviendo el desarrollo de bacterias específicas, algunas de ellas asociadas a la prevención de obesidad y diabetes mellitus tipo 2 (DM₂) (DÁVILA *et al.*, 2018). Así como en una correlación negativa con el índice de masa corporal (IMC), índice glucémico y carga glucémica (MURAKAMI *et al.*, 2007).

El consumo de inulina enriquecida con oligofructosa conduce a la reducción de calprotectina fecal en pacientes con colitis ulcerosa (CASELLAS *et al.*, 2007), enfermedad crónica que afecta al tracto gastrointestinal (GI). Las dietas oligo-di-monosacáridos y polioles fermentables (FODMAPs) ayudan a reducir los síntomas y efectos adversos del síndrome de intestino irritable (KHANGWAL y SHUKLA 2019).

Los SCFAs, productos de la fermentación de prebióticos, son fundamentales para el mantenimiento de la homeostasis intestinal y nuestro estado de salud general (GYAWALI *et al.*, 2019). Actúan como metabolitos anticancerígenos que disminuyen el pH colorrectal, factor vinculado a la reducción del riesgo de cáncer de colon en diversas poblaciones. Asimismo, los prebióticos como inulina, oligofructosa, glucooligosacárido y galactooligosacárido estimulan la absorción y retención de minerales como el magnesio, calcio y hierro; con niveles de eficacia dependiendo de la dosis ingerida dentro del rango limitado (SCHOLZ-AHRENS *et al.*, 2001).

d. FOS como prebiótico

Los prebióticos más empleados son los fructanos, carbohidratos con unidades de fructosa que forman polisacáridos como: inulina u oligosacáridos como los fructooligosacáridos (FOS) (DI PRIMIO, DUCA y RUBIO 2021).

Investigaciones de las dos últimas décadas demuestran que los oligosacáridos prebióticos como los FOS y GOS escapan a la digestión en el intestino delgado, llegando a ser fermentados por las bacterias que residen en el intestino grueso (MACFARLANE y MACFARLANE 2011). En 1986, se comprobó que los FOS no son hidrolizados por ninguna enzima humana o animal, sino utilizados selectivamente por las *bifidobacterias* (HIDAKA *et al.*, 1986). Estos, al ser fermentados producen ácidos grasos de cadena corta (SCFAs) que favorecen el desarrollo de microorganismos beneficiosos en detrimento de otros perjudiciales (ARMAS RAMOS, MARTÍNEZ GARCÍA y PÉREZ CRUZ 2019).

Tabla 3: FOS, azúcares y edulcorantes sintéticos

Azúcar	Origen	Contenido calorías (kcal/g)	Poder edulcorante
FOS	Natural	1 – 1.5	0.3
Glucosa	Natural	4	0.7
Fructosa	Natural	4	1.7
Sacarosa	Natural	4	1
Esteviosidos	Natural	0	30 - 320
Aspartame	Sintético	0	200
Sacarina	Sintético	0	300 - 500
Sucralosa	Sintético	0	600

Fuente: (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003)

2.2.2. Yacón

a. Historia

El hallazgo de restos arqueológicos como cerámicas, textiles y vestigios de raíces, evidencian el uso de yacón por importantes culturas pre incas que se desarrollaron en nuestra costa peruana: Paracas (1500 - 500 a. C.), Mochica (500 a. C. - 700 d. C.) y Nazca (500 a. C. - 700 d. C.) (SAFFORD 1917; YACOVLEFF 1933; TOWLE 1961), como se citó en (SEMINARIO,

VALDERRAMA y MANRIQUE 2003). Tras el hallazgo de despojos de raíces en la provincia de Salta, Argentina, también se le asocia a la cultura Candelaria (1 - 1000 d. C.) que se asentó en selvas occidentales (ZARDINI 1991).

El yacón, a pesar de ser una raíz, destacó durante siglos en el rubro de especies frutales (GRAU *et al.* 2007). Dado que en la región andina éstas eran precarias, en contraste con la prolificidad en raíces y tubérculos comestibles. Es por ello, que habitantes andinos consideran al yacón como un “fruto”, el cual a pesar de ser jugoso y dulce aporta un bajo valor energético (GRAU y REA 1997). En nuestro país, se ha cultivado tradicionalmente para ser administrado con fines medicinales (LACHMAN, FERNÁNDEZ y ORSÁK 2003). Los campesinos prefieren consumirlo fresco al ser un buen rehidratante y prevenir la fatiga o calambres; lo consideran un alimento antirraquítico e incluso rejuvenecedor por lo que antiguos pobladores consumían yacón antes de dormir a fin de retardar el envejecimiento (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003).

b. Nombres comunes

Se le identifica por diversos nombres: “*imocona*” en lengua arawako o lengua arahuaca, “*sagú*” en la región de América Central, “*Quesland arrowrot*” en las regiones de Antillas y Australia (MONTALDO 1972), citado por (SEMINARIO 2004). En el idioma aymara, se le conoce como “*aricoma*” o “*aricona*” y en Colombia como “*adura*” («ROOTS AND TUBERS: Yacón» 1989). De acuerdo a (TITTEL 1986), citado por (GRAU y REA 1997), “*jicama*”, “*chicama*”, “*shicama*”, “*jiquima*” o “*jiquimilla*” son nombres comunes para la especie en Ecuador. Una denominación menos común, fue “*ipio*” utilizada por los chiriguano de las tierras bajas. Así como la que algunos investigadores o cultivadores le atribuyeron: “*poire de terre*” (francés) y “*yacon strawberry*” (inglés) (GRAU y REA 1997).

El más ampliamente utilizado es el término español “yacón”, derivado de la palabra quechua "yakku" que significa "insípido" y “unu” que significa “agua”, en relación a las raíces recién cosechadas (ZARDINI 1991). Otros vocablos quechuas como “llaqón”, “llacún” o “llacuma” también se adaptaron a “yacón” tras la conquista española (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003).

c. Características morfológicas

Figura 3: Aspectos morfológicos del yacón

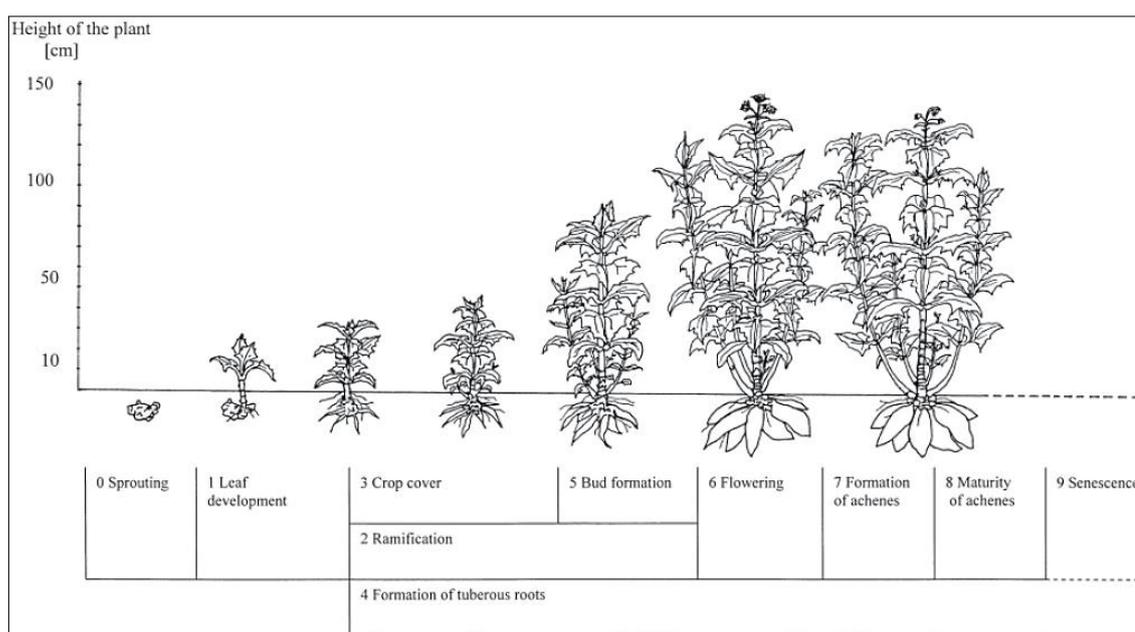


Fuente: (LEÓN y INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS 1964) citado por (GRAU y REA 1997)

La planta alcanza a medir de 1.5 a 2.5m de altura (MANRIQUE, HERMANN y BERNET 2004). Posee tallos angulosos con hojas hasteadas dentadas (ZARDINI 1991). Sus tallos son cilíndricos y se caracterizan por poseer pilosidad sobre su toda superficie (VILHENA, CAMARA y KAKIHARA 2000). En cada tallo encontramos de 13 a 16 pares de hojas hasta la floración, posterior a ello solo

generan hojas pequeñas (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003). Sus hojas, por lo general llegan a medir 30 cm de longitud y mantienen una forma triangular o acorazonada (MANRIQUE, PARRAGA y HERMANN 2005). La planta de yacón desarrolla flores masculinas y femeninas, sin embargo, el polen que produce es prácticamente estéril, esto a pesar de ser apto en tamaño, forma y mantenerse viable. Además, las semillas se encuentran en su mayoría parcialmente llenas o vanas (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003).

Figura 4: Etapas de crecimiento del yacón (escala BBCH)



Fuente: (FERNÁNDEZ *et al.* 2007)

En la parte terminal de los tallos maduros huecos se encuentran inflorescencias que contienen de 1 a 5 “ejes”, compuestos a su vez por 3 “capítulos” o pedúnculos pilosos (GRAU y REA 1997). La cepa o corona es un órgano subterráneo carnoso y ramificado, formado por el engrosamiento de la parte del tallo que está dentro de la tierra (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003). Consta de tres partes: los rizóforos, donde los brotes dan lugar a nuevas plantas, las raíces tuberosas o de reserva y raíces de absorción fijación (VILHENA, CAMARA y KAKIHARA 2000). Por cepa suelen obtenerse entre 10 a 20 partes o “propágulos” que a su vez contienen entre 3 a 5 “yemas”

de las cuales brotarán los futuros tallos principales de la planta (MANRIQUE, PARRAGA y HERMANN 2005). Alrededor de los 60 días, la superficie foliar de la planta se aumenta, formando un microclima que permite tolerar mayores niveles de sequía (FERNÁNDEZ *et al.* 2007). Entre los 6 y 10 meses, cuando el follaje de la planta empieza a marchitarse, las raíces de yacón tienen la madurez óptima para ser cosechadas (FAO, UNOCANC y MAGAP 2012). La producción por planta es variable, pero se ha llegado a reportar que una sola planta puede producir más de 10 kg de raíces, con tamaños entre 15 a 20 cm de longitud y 10 cm de grosor (OJANSIVU, FERREIRA y SALMINEN 2011). Pudiendo incluso superar los 25 cm de largo, con colores de pulpa: crema, blanco, blanco con estrías púrpuras, púrpura, rosado o amarillo (GRAU y REA 1997). El exterior de las raíces reservantes pueden ser de color marrón, rosa púrpura, crema o marfil, de entre 1 a 2 mm de espesor (FERNÁNDEZ *et al.* 2007).

d. Variedades

Al visibilizar la planta aérea es difícil diferenciar la variedad el tipo de yacón, por lo que comúnmente se recurre al color de la raíz reservante y el color de la pulpa del mismo (MANRIQUE, HERMANN y BERNET 2004). Las primordiales son la blanca, la anaranjada y la morada, partiendo de ellas se pueden identificar una mayor diversidad (FAO, UNOCANC y MAGAP 2012).

Tabla 4: Variedades de yacón

Color de piel	Color de pulpa
Ch'ecche Llajum Crema	Amarillo
Qéllo Llajum Crema	Amarillo
Yurac ch'ecche Crema Oscuro	Blanco
Yurac llajum Rosado	Blanco
Culli Llajum Púrpura	Blanco

Fuente: (NELSON Y SPOLLEN 1997).

e. Producción

El mejor método de propagación es a partir de trozos de rizoma pre cultivados en invernadero. Éste demanda un bajo costo de inversión y permite obtener rendimientos superiores en los tubérculos con un peso promedio fresco de 308 g (KAMP et al., 2019). En 1994, el Perú reportaba un rendimiento promedio del cultivo de 5.45 toneladas por hectárea (t/ha), siendo el departamento de Puno el de mayor producción (7.7 t/ha) (Ministerio de Agricultura , 1994); como se citó en (RAMOS 2007). Actualmente, es de 20 a 40 toneladas por hectárea. Por lo que en lugares como Cajamarca se recolecta por encima de 50 t/ha. En Sao Paulo (Brasil) se obtienen rendimientos superiores a 60 t/ha empleando fertilizantes minerales (MANRIQUE, PARRAGA y HERMANN 2005), mientras que en Ecuador destacaba el potencial productivo del yacón con rendimientos superiores a 70 t/ha (NIETO 1991). Clones desarrollados por antiguos agrónomos con fertilizantes convencionales, han producido rendimientos de hasta 100 t/ha anuales (peso fresco) (GRAU y REA 1997).

f. Distribución geográfica

Entre la cuenca del río Apurímac en Perú (14°S) y La Paz en Bolivia (17°S), se encuentra la mayor diversidad genética y tres de las especies silvestres más cercanas al yacón (DOSTERT *et al.*, 2009). A pesar de no poder precisar quienes son sus parientes silvestres, a algunas especies se les conoce como “yacón de campo” o “yaconcillo”(SEMINARIO 2004).

(MANSILLA S. *et al.*, 2006) encontraron la mayor diversidad genética de yacón en la región central de Perú, al analizar 30 accesiones provenientes de distintos departamentos. Concluyendo que no existe duplicidad entre ellos y que la variación interregional sería de 21.14% (resultado de su escasa reproducción sexual), mientras que la intrarregional 78% (debido a la marcada diferencia entre las zonas centro y sur).

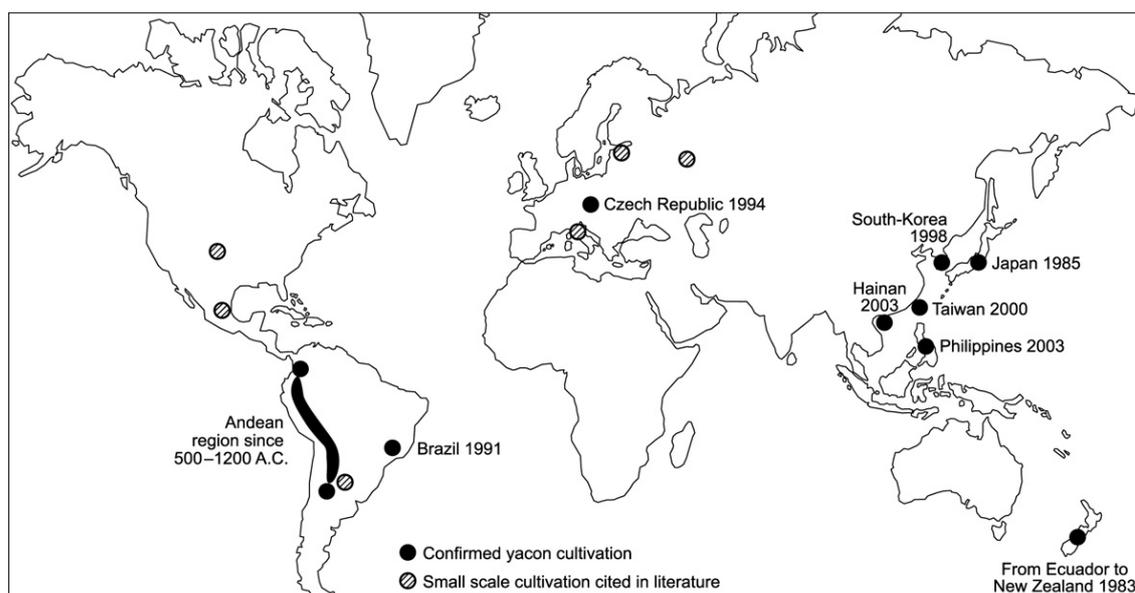
Tabla 5: Colecciones de yacón en Sudamérica

País	Institución	N° entradas	
Perú	INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias	85
	CICA	Centro de Investigación en Cultivos Andinos	46
	CRIBA	Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina	86
	CIP	Centro Internacional de la Papa	47
	UNC	Universidad Nacional de Cajamarca	98
Ecuador	INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias	32
Bolivia	PROINPA	Programa de Investigación de la Papa, Promoción e Investigación de Productos Andinos	5
TOTAL			399

Fuente: (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003)

g. Zonas de cultivo

Figura 5: Cultivos del yacón a nivel mundial



Fuente: (OJANSIVU, FERREIRA y SALMINEN 2011)

Planta perenne originaria de Sudamérica (GENTA *et al.*, 2005). Oriunda de tierras altas, desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina en altitudes de 1800 y 2800 m.s.n.m. (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003). Su cultivo se ha expandido a países como Argentina, Bolivia, Brasil, Corea, Ecuador, Estados Unidos, Italia, Japón, Nueva Zelanda, República Checa (OJANSIVU, FERREIRA y SALMINEN 2011). Crece preferentemente en zonas cálidas y con pocas heladas, no siendo necesario emplear pesticidas para proteger a la planta de hongos e insectos (YAN *et al.*, 2019). Desarrollo óptimo a temperaturas de promedio anual entre 14 a 20 °C, pues inferiores a 10 °C retardan su crecimiento y prolongan el periodo vegetativo; superiores a 26°C con insuficiente humedad en suelo, marchitan la planta (FAO, UNOCANC y MAGAP 2012).

h. Características fisicoquímicas

Los principales constituyentes de las raíces de yacón son azúcares solubles ricos en fructosa (OHYAMA *et al.*, 1990). Oligosacáridos almacenados como oligofruktanos tipo inulina con enlace β (2→ 1) (GOTO *et al.*, 1995). El contenido de agua de las raíces de yacón suele superar el 70% del peso fresco, mientras que la mayor parte de la materia seca consiste en FOS (CAMPOS *et al.*, 2012). Las raíces reservantes también contienen considerables cantidades de potasio, compuestos fenólicos, derivados del ácido cafeico y sustancias antioxidantes: ácido clorogénico triptófano y varias fitoalexinas con actividad fungicida (BIOPAT, 2015). El contenido de polifenoles totales de yacón en rizomas, hojas y raíces, depende de su origen botánico, los rasgos morfológicos y los polimorfismos de los genotipos individuales (LACHMAN *et al.*, 2007). Compuestos fenólicos pueden estar contenidos hasta en 3.8% en peso seco de la raíz (YAN *et al.*, 1999).

El yacón es muy susceptible al pardeamiento, esto a causa de la oxidación de sus compuestos fenólicos que es causada por las enzimas peroxidasa (POD) y polifenoloxidasa (PPO) (NEVES y DA SILVA 2007). El grado de oscurecimiento depende de la naturaleza y cantidad de compuestos fenólicos endógenos, la

presencia de oxígeno, sustancias reductoras, iones metálicos, pH y temperatura de la actividad endógena de la PPO (YORUK y MARSHALL 2003).

(VIEIRA *et al.*, 2018) en respuesta a la problemática, evaluó condiciones de proceso para la inactivación de las polifenoloxidasas (PPO) con ácidos orgánicos en tiempos relativamente cortos que mantengan el contenido de FOS. Concluyendo que la inmersión de la raíz tuberosa de yacón en una solución al 2,4% de ácido cítrico durante 540 segundos, reduce las pérdidas mínimamente posibles (15%) en el contenido de FOS, siendo esto viable tecnológicamente para que el procesamiento continúe en la incorporación de alimentos funcionales.

Tabla 6: Yacón fresco en el Perú

Contenido (g/100g)	Mínimo	Máximo	Promedio
Humedad	83.47	88.78	86.125
Carbohidratos	92.04	95.52	93.78
Grasa	0.05	0.64	0.345
Cenizas	2.03	3.40	2.715
Proteína	2.56	4.52	3.54
Fibra	0.40	3.31	1.855
Hierro	1.05	3.77	2.41
Cobre	0.50	1.14	0.82
Magnesio	48.88	77.20	63.04

Fuente: (MUÑOZ *et al.*, 2006)

Tabla 7: Composición química en 100g de yacón

Componentes	Cantidad
Energía (kcal)	51
Energía (kJ)	215
Agua (g)	86.6
Proteína (g)	0.3
Grasa (g)	0.3
Carbohidratos (g)	12.5
Cenizas (g)	0.3

Calcio (mg)	23
Fósforo (mg)	21
Hierro (mg)	0.3
Vitamina A (µg)	12
Tiamina (mg)	0.02
Riboflavina (mg)	0.11
Niacina (mg)	0.34
Vitamina C (mg)	13.10

Fuente: (REYES, GÓMEZ-SANCHEZ y ESPINOZA 2017)

Tabla 8: Azúcares en el yacón durante el soleado

Tipo de azúcar	Duración del soleado (días)			
	0	2	4	6
<i>FOS</i>	62.1	53.8	46.3	43.8
<i>Glucosa</i>	1.1	2.0	1.9	2.2
<i>Fructosa</i>	10.5	14.2	17.1	20.2
<i>Sacarosa</i>	16.9	19.2	22.1	22.3

Fuente: (GRAEFE *et al.*, 2002), obtenido de (SEMINARIO, VALDERRAMA y MANRIQUE 2003)

2.2.3. Jarabe de yacón

a. Procesamiento

La elaboración requiere concentrar el jugo de las raíces de yacón (8° a 12°Brix) hasta un nivel de 73°Brix, lo que implica evaporar de 5 a 8 litros de agua/kg de jarabe (MANRIQUE, PARRAGA y HERMANN 2005). El jugo en sí posee altos contenidos de FOS y compuestos bioactivos (PADILHA *et al.*, 2017). Sin embargo, para reducir las pérdidas de FOS, las raíces deben ser procesadas directamente después de la cosecha o considerando un mínimo almacenamiento en espacios fríos oscuros con alta humedad del aire (DOSTERT *et al.*, 2009).

b. Características fisicoquímicas

(GENTA *et al.*, 2009) reportan como resultados de la composición química (p/p) del jarabe de yacón: 0.14% de lípidos, 2.16% de proteínas, 2.42% de ceniza, 28.24% de humedad y 67.04% de carbohidratos (25.65% de azúcar simple libre, 41.39% de FOS). Así como, niveles poco significativos de micronutrientes (936 mg/100 g de potasio y sodio 84 mg/100 g). El uso de inhibidores naturales (ácido ascórbico y ácido cítrico) afectan la actividad antioxidante del jarabe de las raíces de yacón. Flavonoides y compuestos fenólicos alcanzan 52,888% y IC50: 6,383 en contraste con un jarabe de yacón sin inhibidores 24,388% y IC50: 11,180 (YUANITA *et al.*, 2021).

Tabla 9: Caracterización del jarabe de yacón

Características	Contenido
FOS y azúcares simples (%)	
FOS	21.84 ± 1.31
Glucosa	9.71 ± 1.00
Fructosa	16.32 ± 0.21
Maltosa	1.06 ± 0.00
Sucrosa	11.99 ± 0.39
Polifenoles totales, ácido clorogénico y actividad antioxidante	
Polifenoles totales (µg GAE g ⁻¹)	1 202.25 ± 30.02
Ácido clorogénico (µg g ⁻¹)	175.13 ± 5.38
ABTS (µM trolox g ⁻¹)	6.99 ± 0.09
FRAP (µM F ₂ SO ₄ g ⁻¹)	16.19 ± 0.66
Composición proximal (%)	
Humedad	31.46 ± 0.13
Ceniza	2.11 ± 0.10
Proteínas	1.61 ± 0.05
Lípidos	0.07 ± 0.01
Carbohidratos	64.90 ± 0.25
Composición mineral (mg 100 g⁻¹)	
Fósforo	162.00 ± 2.65
Potasio	691.00 ± 33.96
Calcio	40.67 ± 3.79

Magnesio	45.67 ± 10.12
Azufre	42.00 ± 2.65
Sodio	17.00 ± 1.73
Cobre	0.80 ± 0.00
Hierro	1.43 ± 0.12
Zinc	0.20 ± 0.00
Características generales	
Actividad del agua	0.78 ± 0.00
pH	3.71 ± 0.02
Sólidos solubles (°Brix)	71.03 ± 0.06
Turbidez (NTU)	75.37 ± 0.04

Fuente: (Silva *et al.*, 2018)

2.2.4. Probióticos

a. Fundamentos para probióticos

En 2021 la Asociación Científica Internacional para Probióticos y Prebióticos (ISSAP) definió los alimentos fermentados como "alimentos elaborados mediante el crecimiento microbiano deseado y las conversiones enzimáticas de los componentes de los alimentos" (MARCO *et al.*, 2021), remarcando la distinción existente entre alimentos fermentados y probióticos. Los probióticos están constituidos en su mayoría por bacterias productoras de ácido láctico (HANDA y SHARMA 2016). Expertos de la ISAPP concluyen que debe emplearse exclusivamente cuando los microorganismos se encuentren vivos, bien definidos y caracterizados (HILL *et al.*, 2014).

b. Bacterias probióticas

Tabla 10: Probióticos en la alimentación humana

Tipo Lactobacillus	Tipo Bifidobacterium	Otras bacterias del ácido láctico	Otros microorganismos
<i>L. acidophilus</i> (a)*	<i>B. adolescentis</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Bacillus clausii</i> (a)*
<i>L. amylovorus</i> (b)*	(a)	<i>faecium</i> (a)	

<i>L. casei</i> (a)(b)*	<i>B. animalis</i> (a)*	<i>Lactococcus</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>L. gasseri</i> (a)*	<i>B. bifidum</i> (a)	<i>lactis</i> (b)*	<i>Nissle 1917</i> (a)
<i>L. helveticus</i> (a)*	<i>B. breve</i> (b)	<i>Streptococcus</i>	<i>Saccharomyces</i>
<i>L. johnsonii</i> (b)*	<i>B. infantis</i> (a)	<i>thermophilus</i>	<i>cerevisiae</i>
<i>L. pentosus</i> (b)*	<i>B. longum</i> (a)*	(a)*	<i>(boulardi)</i> (a)*
<i>L. plantarum</i> (b)*			
<i>L. reuteri</i> (a)*			
<i>L. rhamnosus</i>			
(a)(b)*			

Fuente: (MARKOWIAK y ŚLIŻEWSKA 2017).

Donde: (a) sobre todo como productos farmacéuticos; (b) sobre todo como aditivos alimentarios; *QPS (Qualified Presumption of Safety) microorganismos.

c. Recuentos de probióticos

Recuentos de probióticos viables entre 10^6 y 10^8 UFC/g se consideran eficaces para promover un efecto positivo en la salud del consumidor (CHAMPAGNE *et al.*, 2011). Se conocen concentraciones adecuadas para ejercer un efecto clínico en el intestino delgado ($\geq 10^6$ UFC/mL) y en el colon (10^8 UFC/g); sin embargo, depende de la cepa probiótica y la manera en que esta se ingiere (ROY 2005).

2.2.5. *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis BB-12®*

Las bifidobacterias posiblemente se transmiten directamente de padres o cuidadores a miembros de su descendencia, pues sus nichos ecológicos se encuentran vinculados al tracto gastrointestinal de animales y humanos, como por ejemplo cavidades orales, aguas residuales, sangre o alimentos (VENTURA *et al.*, 2014). *Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®* es un probiótico de uso seguro, que al estar presente en alimentos no genera sabor, sensación en boca u apariencia desfavorable al producto (YONG *et al.*, 2020).

2.2.6. *Lactobacillus acidophilus* LA-5®

A pesar de las dificultades para su correcta identificación taxonómica, actualmente es uno de los de los probióticos mejor caracterizados por lo que es común su inclusión en alimentos funcionales (BULL *et al.*, 2013). Su consumo conlleva a reducir niveles de colesterol, previene y trata la diarrea, modula el sistema inmunitario, atribuyéndole incluso supresión del cáncer (OH, 2019).

Tabla 11: Cepas comerciales de *L. acidophilus*

Cepas	Proveedor
<i>L. acidophilus</i> LA5	Chr. Hansen
<i>L. acidophilus</i> DDS-1	Nebraska Culture
<i>L. acidophilus</i> NCFM®	Danisco
<i>L. acidophilus</i> LA-14	Danisco
<i>L. acidophilus</i> LAFTi® L10	DSM Food Specialties
<i>L. acidophilus</i> LB	Lacteol Laboratory
<i>L. acidophilus</i> R0052	Institute Rosell
<i>L. acidophilus</i> L-92	Calpis
<i>L. acidophilus</i> SBT-20621	Snow Brand Milk
<i>L. acidophilus</i> HY2177	Korea Yakult
<i>L. acidophilus</i> MK-07	Meail Dairy

Fuente: (OH, 2019)

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. *Microbiota intestinal*

Al ecosistema microbiano comensal que habita en el tracto gastrointestinal se le conoce como "microflora" o "microbiota" intestinal (GUARNER, 2007). Su presencia resulta imprescindible por aporta genes y funciones implicados en numerosos procesos fisiológicos (desarrollo somático, nutrición, inmunidad, etc.) (ÁLVAREZ *et al.*, 2021). Las bacterias intestinales humanas no sólo actúan a manera de comensal, sino también padecen una coevolución simbiótica junto con su huésped (MARKOWIAK y ŚLIŻEWSKA

2017). Antibióticos perinatales, el modo de nacimiento y la dieta del lactante (leche materna o fórmula) y sobre todo el país de origen inciden enérgicamente en el proceso de colonización bacteriana inicial del intestino humano (FALLANI *et al.*, 2010).

El impacto del destete en recién nacidos de diferentes países europeos (Suecia, Escocia, Alemania, Italia y España) se refleja a las 4 semanas en la composición de la microbiota intestinal (FALLANI *et al.*, 2011). Se diversifica el microbiota fecal *Bifidobacterium* (36,5% de proporción promedio del total de bacterias detectables), *Clostridium coccooides* (14%) y *Bacteroides* (13,6%) promoviendo el desarrollo a una microbiota "similar a la de los adultos" (menor cantidad de bifidobacterias y las proporciones más altas de *Bacteroides*, *C. coccooides* y *C. leptum*).

En contraste del amplio conocimiento de la microbiota intestinal de los mamíferos, se conoce poco acerca de las interacciones ecológicas entre las especies que suceden dentro del mismo. Y por ello, se presume que no son precisamente las interacciones cooperativas lo que la hacen estable, sino por el contrario, el predominio de interacciones competitivas (COYTE, SCHLUTER y FOSTER 2015). La complejidad de la microbiota intestinal permite que al igual que todos los ecosistemas climáticos esta se autorregule (MACFARLANE y MACFARLANE 2011). Es decir, frente a la posible colonización del tracto gastrointestinal, las especies autóctonas actúan como barrera contra los patógenos invasores. Sin embargo, la eficacia de este proceso disminuye con frecuencia durante la enfermedad o por tratamiento con antibióticos.

2.3.2. Relación prebióticos-probióticos

Suelen incluirse prebióticos como alternativa de probióticos o en conjunto para suplementar el efecto de los mismos (MARKOWIAK y ŚLIŻEWSKA 2017). Si bien los efectos se reflejan en la microbiota intestinal, se evalúa su aplicación directa en la cavidad oral, tracto vaginal o la piel (SANDERS *et al.*, 2019). Su uso

conjunto puede tratar la obesidad y diabetes infantil, de manera segura con mínimos efectos adversos bien tolerados a largo plazo (VYAS *et al.*, 2019). La inclusión de prebióticos en fórmulas para lactantes con alto riesgo de alergia modula la microbiota intestinal a un patrón más cercano a los alimentados con leche materna, pues generan una mayor crecimiento de *Bifidobacterium* y disminución de *Clostridium* y *Lachnospiraceae* (SANDERS *et al.*, 2019). Dosis mínimas de incluso 1g de FOS, aumentan los recuentos de bifidobacterias en sujetos seniles (HIDAKA *et al.*, 1986).

2.3.3. Simbióticos

Se refiere a la combinación de prebióticos y probióticos para el crecimiento, implantación de cepas y mejora de la supervivencia de estos últimos en el tracto gastrointestinal (KHURANA y KANAWJIA 2007). En 2019, la ISAPP actualizaron la definición del término simbiótico a "una mezcla que comprende microorganismos vivos y sustrato(s) utilizado(s) selectivamente por los microorganismos del huésped que confiere(n) un beneficio para la salud del huésped" (GIBSON *et al.*, 2017). En esta, se encuentra implícito a que tanto los prebióticos como probióticos deben conferir independientemente beneficios. Se reconoce dos categorías de simbióticos: complementarios y sinérgicos. La eficacia está asociada a dosis exactas, formulaciones específicas, puntos finales clínicos y poblaciones objetivo (SANDERS *et al.*, 2019). El uso conjunto de fructooligosacáridos con microorganismos del género *Bifidobacterium* o *Lactobacillus* en alimentos simbióticos es bastante habitual (MARKOWIAK y ŚLIŻEWSKA 2017).

2.3.4. Características fisicoquímicas

En los alimentos, la evaluación de estas características garantiza la calidad nutricional de los mismos. Consisten en analizar las propiedades físicas y relacionarlas con sus componentes químicos, con la finalidad de controlar la calidad del producto y dar cumplimiento al marco legal. La fisicoquímica emplea

sistemas muy complejos y heterogéneos para reportar el comportamiento de las muestras ante diferentes acciones externas (SANEZ FALCÓN 2012).

2.3.5. Características sensoriales

Se define de manera precisa como la evaluación de las características organolépticas de un producto mediante los sentidos, para conseguir datos cuantificables y objetivables (SANCHO, BOTA y DE CASTRO 1999). Función que permite aceptar o rechazar alimentos, conocer si los consumidores estarán dispuestos a adquirir el producto o no, orientándonos a adaptarnos a sus preferencias. El valor que se le da un producto alimentario se percibe en relación a nuestros órganos receptores periféricos los cuales codifican los estímulos que resultan en sensaciones. El orden de percepción inicia por el color, luego el olor, la consistencia, el sabor y finalmente el sonido se que produce mientras son masticados o ingeridos (HERNÁNDEZ 2005).

2.3.6. Viabilidad bacteriana

Su definición operativa se relacionó por mucho tiempo como sinónimo de “*cultivabilidad*”, dado como resultado de la detección de bacterias específicas mediante cultivo y su enumeración mediante "recuentos viables" (Barer y Harwood 1999). Hoy en día se reconocen diversos métodos para evaluar la viabilidad de las células bacterianas: los tradicionales (recuento de colonias, cultivo líquido, recuento en placa) y los alternativos (tintes fluorescentes, propiedades celulares metabólicas y ácidos nucleicos) (NATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE FOR INDUSTRIAL ECOLOGY *et al.*, 2021).

2.4. Definición de términos básicos

- **pH:** Indica el grado de acidez o alcalinidad que encontramos en distintas soluciones. Definido como el logaritmo negativo de la actividad de iones de hidrógeno (ALMÉCIGA y MUÑOZ 2013).
- **Sólidos solubles totales:** Contenido de azúcar, se determina a través del índice de refracción. Con ello obtenemos una acertada estimación del contenido de azúcares totales. En el caso de frutas y hortalizas se exige un contenido mínimo para ser cosechados (LÓPEZ 2003).
- **Carbohidratos:** Las encontramos en tres formas: almidón, azúcar y fibra. Representa la principal fuente de energía para la mayoría de los seres humanos. Consumirlas nos permite crecer, mantener actividades y renovar tejidos de nuestro cuerpo (MENZA y PROBART 2013).
- **Humedad:** Un contenido elevado del mismo está directamente relacionado con la velocidad de multiplicación de microorganismos, lo que resulta en descomposición y por consiguiente pérdida de calidad sanitaria (MELJEM 1995).
- **Ceniza:** Residuo inorgánica resultante de la incineración de la materia seca de cualquier producto (EGAN, KIRK y SAWYER 1991).
- **Grasa:** Nutriente que provee de energía nuestro organismo y transporta vitaminas liposolubles. Químicamente son moléculas hidrófobas que se pueden originarse por completo o parcialmente por condensación de tioésteres o unidades de isopreno (FINUT y FAO 2012).
- **Proteína:** Son macromoléculas constituidas por largas cadenas de aminoácidos. Ejercen la mayor cantidad de funciones en las células de los organismos (GONZALÉS-TORRES *et al.*, 2007).
- **Materia grasa láctea:** Componente lípido compuesto por triglicéridos que a su vez contienen diversos ácidos grasos. También se le denomina grasa de mantequilla o grasa butirométrica (GAO *et al.* 2021).
- **Sólidos totales:** Viene a ser la suma de los componentes lactosa, grasa, proteínas y minerales. En la leche, el porcentaje de grasa es el factor de mayor influencia al ser variable (CAMPABADAL 1999).

- **Sólidos no grasos lácteos:** Proviene de leche entera, crema de leche o suero en polvo. Están constituidos por ácidos orgánicos, lactosa, proteínas y sales minerales (ROMERO 2016).
- **Acidez valorable:** Propiedad estrechamente relacionada al pH, que hace referencia al porcentaje de ácido láctico en productos lácteos. En donde los yogures batidos presentan menor acidez que los asentados (HERNÁNDEZ 2004).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

H1: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales, características fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) durante el almacenamiento en refrigeración.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- H1: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento)
- H2: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración.
- H3: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y la viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) durante el almacenamiento en refrigeración.

3.2. Operacionalización de variable

3.2.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente:

Porcentaje de adición de jarabe de yacón (%)

- *Definición conceptual:* Líquido viscoso que se obtiene de la concentración del jugo de las raíces de yacón (INACAL, 2020)
- *Definición operacional:* Sólidos totales en escala de grados Brix.

Variables dependientes:

Características sensoriales de un yogur probiótico

- *Definición conceptual:* Atributos percibidos por los sentidos del consumidor para establecer el nivel de preferencia de un producto.
- *Definición operacional:* Análisis sensorial de los principales atributos del yogur probiótico: sabor, consistencia, aroma, color.

Características fisicoquímicas de un yogur probiótico durante almacenamiento

- *Definición conceptual:* Atributos de la composición física y química de un yogur probiótico.
- *Definición operacional:* análisis del pH, acidez valorable y color.

Viabilidad de bacterias probióticas de un yogur durante almacenamiento

- *Definición conceptual:* Cantidad de bacterias probióticas viables y su curva de crecimiento y descenso poblacional durante almacenamiento.

- *Definición operacional:* Recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) en placas (incubación anaeróbica) con un tiempo de incubación de 72 horas.

Tabla 12: Operacionalización de las variables

Variabl e	Dimensión	Indicadore s	Unidad	Índice	Método
INDEPENDIENTE	Porcentaje de adición de jarabe de yacón	0% (control)	%	0 – 20	Gravimetría
		3.5% 5% 10% 15% 20%			
DEPENDIENTE	Características sensoriales	Sabor	Escala hedónica	1-7	Prueba de grado de satisfacción
		Consistencia			
	Aroma	Preferencia	1-6	Prueba de ordenamiento	
	Color				
Características fisicoquímicas de un yogur durante almacenamiento	Aceptación general	-	4.2-4.5	AOAC 981.12	
	pH	mmol/100g	0.6-1.5	ISO/TS 11869 IDF 150	
	Acidez valorable	Coordenada cromática	-100 a 100	(HERNÁNDEZ 2004)	
Viabilidad de bacterias probióticas de un yogur durante almacenamiento	Recuento en placas	UFC/ml	Min 10 ⁶	ISO 20128-2006 ISO 29981-2010	

Fuente: Los autores, 2024

IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

Se evaluaron 6 formulaciones de un yogur probiótico (*Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis*) tipo batido, elaborado en la planta de alimentos de la FMV-UNMSM, a los cuales se les adicionó jarabe de yacón a diferentes concentraciones: la primera F₁ fue el control por no presentar ninguna adición de jarabe de yacón, seguida de la F₂ con 3.5% de jarabe, F₃ con 5% de jarabe, F₄ con 10% de jarabe y, F₅ y F₆ con 15% y 20% de jarabe, respectivamente (Tabla13).

Todas las formulaciones estuvieron almacenadas en refrigeración (4°C) y fueron evaluadas durante 28 días, con intervalos de 4 días. Se evaluaron las variables dependientes relacionadas a las características fisicoquímicas (VD₂): determinación de pH y acidez valorable (mmol/100g), así como la viabilidad bacteriana (VD₃) mediante el recuento en placa de ambas bacterias probióticas (UFC/ml).

Tabla 13: Diseño experimental del estudio

	DIAS DE EVALUACION (D _k)*	PORCENTAJE DE ADICIÓN DE JARABE DE YACÓN (F _j)					
		F ₁ (control)	F ₂ (3.5%)	F ₃ (5%)	F ₄ (10%)	F ₅ (15%)	F ₆ (20%)
VD ₁ , VD ₂ , VD ₃	D ₀	O ₁₁	O ₁₂	O ₁₃	O ₁₄	O ₁₅	O ₁₆
	D ₄	O ₂₁	O ₂₂	O ₂₃	O ₂₄	O ₂₅	O ₂₆
	D ₈	O ₃₁	O ₃₂	O ₃₃	O ₃₄	O ₃₅	O ₃₆
VD ₂	D ₁₂	O ₄₁	O ₄₂	O ₄₃	O ₄₄	O ₄₅	O ₄₆
	D ₁₆	O ₅₁	O ₅₂	O ₅₃	O ₅₄	O ₅₅	O ₅₆
VD ₃	D ₂₀	O ₆₁	O ₆₂	O ₆₃	O ₆₄	O ₆₅	O ₆₆
	D ₂₄	O ₇₁	O ₇₂	O ₇₃	O ₇₄	O ₇₅	O ₇₆
	D ₂₈	O ₈₁	O ₈₂	O ₈₃	O ₈₄	O ₈₅	O ₈₆

Fuente: Los autores, 2024

Dónde: * D_k = Días de evaluación (día 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28).

Las variables relacionadas a las características sensoriales (VD₁): grado de satisfacción sensorial y prueba de ordenamiento solo fueron evaluadas el día 0, es decir el día posterior de la elaboración del yogur.

4.2. Método de investigación

El tipo de investigación de acuerdo con el objeto de estudio es una **investigación aplicada** porque propone entregar soluciones que impacten a la sociedad, para ello la importancia del estudio de evaluar la simbiosis existente entre nuestras variables jarabe de yacón y viabilidad bacteriana.

De acuerdo con la metodología, es una **investigación descriptiva**, porque reúne información cuantificable como: valores de pH, acidez valorable y unidades formadoras de colonias (UFC); las cuales se usaron para inferencias estadísticas mediante el análisis de datos.

De acuerdo con el nivel de análisis de la información, es una **investigación cuantitativa** porque usa herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos mediante datos numéricos. En nuestro estudio, estos datos como la correlación entre variables nos permitieron predecir que tratamiento presentó las mejores características funcionales y mayor aceptabilidad sensorial.

De acuerdo con la fuente de información, es una **investigación tipo experimental** porque presenta un enfoque científico que se realizó en un ambiente controlado en el que se permitió observar, manipular y registrar las variables que afectan al objeto en estudio, obteniendo resultados predecibles o medibles. El evaluador manipula de manera intencional la variable independiente (adición de jarabe de yacón) para analizar sus efectos sobre las variables dependientes (Características sensoriales, características fisicoquímicas, viabilidad de bacterias probióticas) en el yogur probiótico, bajo las mismas condiciones de tiempo y temperatura (4°C) (HERNÁNDEZ SAMPIERI y FERNANDEZ-COLLADO 2014).

Es un estudio de tipo **transversal** porque se recopiló información una sola vez sobre valores fisicoquímicos del yogur y recuentos de bacterias ácido lácticas en el transcurso de un periodo corto, 28 días.

4.3. Población y muestra

Se elaboramos 12 litros de yogur probiótico, los cuales fueron divididos por igual para las 6 formulaciones (2 litros cada una). A cada uno de ellos se le adicionó jarabe de yacón hasta alcanzar la concentración requerida por formulación. Estos a su vez, se distribuyeron en frascos de 500 ml (para el análisis sensorial) y 25 frascos de 60 ml (para los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y viabilidad de bacterias probióticas). Este conjunto de 25 frascos, por formulación, conforman nuestra población de yogur por cada formulación.

La cantidad de yogur probiótico que se elaboró para distribuirse entre las formulaciones se definió en función de los requerimientos necesarios para los análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, días de ensayo y la disponibilidad de jarabe de yacón (5 litros).

Este trabajo sigue una técnica de muestreo no probabilística. Todos los frascos fueron rotulados del número 1 al número 25, en los días de evaluación se seleccionaron 2 frascos por formulación los cuales fueron seleccionados a través del software R studio R 4.4.1 mediante la técnica de selección de números aleatorios sin repetición. Los frascos restantes se mantuvieron en refrigeración hasta el final del estudio.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

- La elaboración del yogur probiótico se desarrolló en la Planta de Alimentos perteneciente al Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental (LSPSA)

de la Facultad de Medicina Veterinaria (FMV) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) durante setiembre del 2023.

- El análisis sensorial se realizó en las instalaciones de la FMV- UNMSM entre el personal y estudiantes de dicha casa de estudios durante setiembre del 2023.
- Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las materias primas y las formulaciones de yogur probiótico se desarrollaron en el Laboratorio de microbiología perteneciente al LSPSA- FMV- UNMSM durante setiembre y octubre del 2023.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1. Materia prima

Se analizaron las características fisicoquímicas como acidez, pH, densidad, materia grasa, solidos totales y solidos totales no grasos(para leche) y grados brix (para jarabe) y recuentos microbiológicos como presencia de mesofilos, coliformes, hongos y levaduras; para garantizar la calidad e inocuidad de los productos

- **Jarabe de yacón:** Como prebiótico se utilizó jarabe de yacón obtenido de la empresa ANDEAN ROOTS (Huánuco-Perú), que fue donado por la empresa para el presente estudio.
- **Leche cruda:** Se obtuvo leche fresca procedente del Establo Lechero del Programa de Investigación y Proyección Social en Leche de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- **Cultivo probiótico:** El producto liofilizado es un cultivo de ácido láctico termofílico (ABY-3- CHR HANSEN- DINAMARCA), que contiene las cepas probióticas *Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®* y *Lactobacillus acidophilus LA-5®*. Para la activación de las bacterias, se disolvió el sobre (50U) en 1 litro de leche estéril (UHT) a 43°C.

4.5.2. Elaboración del yogur probiótico

Se siguió la metodología propuesta por la FAO (2014) con algunas modificaciones. La leche cruda se pesó, analizó y formuló previa a ser pasteurizada a 80°C durante 30 minutos, luego se dejó enfriar a 42°C y se adicionó 2% del cultivo láctico, durante la incubación se mantuvo a 40 °C por un tiempo aproximado de 6 horas y/o hasta alcanzar un pH de 4.7. Posteriormente, se mantuvo en refrigeración a 4°C por 24 horas para proceder con el batido. Finalmente, el yogur probiótico se dividió en 6 grupos para luego adicionarle las concentraciones de 3.5, 5, 10, 15 y 20% de jarabe de yacón, respectivamente.

Figura 6: Diagrama de elaboración yogur probiótico



Fuente: Adaptado de (FAO, 2014)

4.5.3 Análisis sensoriales del yogur

Los panelistas que se seleccionaron fueron estudiantes, trabajadores y visitantes de la Facultad de Medicina Veterinaria – UNMSM, de ambos sexos y con un rango de edad de entre 18 a 60 años. A todos los panelistas (n=50) se les entregaron 6 vasos de yogur cada uno con las diferentes formulaciones, las cuales fueron codificados con números aleatorios de tres cifras. Adicionalmente, se les entregó una cartilla con preguntas sobre datos personales y hábitos de consumo de yogures comerciales. También pudiendo registrar sus respuestas de prueba de aceptabilidad y prueba de ordenamiento.

4.5.4 Análisis fisicoquímicos del yogur

Medición de pH

Se analizó el pH de todas las formulaciones con un potenciómetro CRISON BASIC 20, previamente calibrado. Para ello se trabajó con un frasco de cada formulación a temperatura ambiente ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$), el cual se homogenizó previamente antes de introducir el electrodo. La evaluación inicial fue en el día 0, posterior a la elaboración del yogur, y continuo con intervalos de 4 días hasta el día 28. Las mediciones se realizaron en cada una de las formulaciones propuestas.

Medición de la acidez

Se calculó la acidez de todas las formulaciones mediante la técnica de titulación y su valoración de pH. Para ello, se trabajó con un frasco de cada formulación a temperatura ambiente ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$).

En un vaso de precipitado se pesó 10g de muestra y se añadió 10 ml de agua destilada. Tras ser homogenizado se introdujo el electrodo del potenciómetro CRISON BASIC 20 en la suspensión. Luego se fue adicionando

por goteo una solución de hidróxido de sodio 0.1N hasta que la muestra homogenizada permanezca en un pH estable de 8.3 +/- 0.01 durante 4 a 5 segundos. Se registró el volumen en mililitros de la solución de hidróxido de sodio gastado (ISO/TS 11869 IDF 150, 2012).

La evaluación inicial fue en el día 0, posterior a la elaboración del yogur, y continuo con intervalos de 4 días hasta el día 28. Las mediciones se realizaron en cada una de las formulaciones propuestas.

Lectura de resultados:

Se calculó la acidez titulable (I) en mili moles de hidróxido de sodio por 100g usando la siguiente formula:

$$I = \frac{V \times 10}{M}$$

Donde

V: Es el volumen, en mililitros, de solución de hidróxido de sodio 0.1 N

M: Es la masa en gramos de la muestra

Determinación del color

Se analizó la colorimetría de todas las formulaciones durante los 28 días de evaluación con ayuda de un colorímetro COLOR READER CR-20- KONICA MINOLTA el cual da lecturas de las coordenadas colorimétricas L, a* y b*. Para ello se trabajó con un frasco de cada formulación, a temperatura ambiente (22+2°C) el cual se homogenizó previamente antes de verter cada formulación en una luna de reloj para su mejor lectura. La evaluación inicial fue en el día 0, posterior a la elaboración del yogur, y continuo con intervalos de 4 días hasta el día 28. Las mediciones se realizaron en cada una de las formulaciones propuestas.

4.5.5 Análisis de la viabilidad de bacterias probióticas

Se analizó la viabilidad de las bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) a través de sus recuentos bacterianos. La evaluación inicial fue en el día 0, y continuo con intervalos de 4 días hasta el día 28. Las mediciones se realizaron en cada una de las formulaciones propuestas.

Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12® (Según ISO 29981-2010).

Suplemento selectivo MUP

Se reconstituyó asépticamente el contenido de cada ampolla de suplemento selectivo MUP (antibiótico muporicina de litio) en 5ml de agua destilada estéril.

Preparación del agar TOS-MUP

El agar base propionato TOS (Liofilchem® - Italia), se preparó siguiendo las recomendaciones del fabricante (pH 6.6) y se esterilizó a 115°C. Para la suplementación, se le adicionó una ampolla del suplemento selectivo MUP por cada 500ml de agar previamente esterilizado y enfriado a 45-50°C.

Preparación de la dilución primaria y diluciones decimales:

Para la preparación de la dilución primaria (suspensión inicial) se preparó frascos con 90ml de diluyente estéril (solución de Ringer de un cuarto de fuerza - 1/4X - Liofilchem® - Italia) al cual se le adicionó 10g del yogur muestra. De cada dilución primaria se obtuvo 1ml, el cual se adicionó en un tubo de ensayo con 9ml de diluyente estéril consiguiendo la dilución 10^{-2} . Se procede del mismo modo las siguientes diluciones hasta obtener una dilución de 10^{-6} .

Inoculación

Se transfirió por goteo 1 ml de cada una de las diluciones a cada placa Petri estéril. Luego, se adicionó el agar TOS-MUP en las placas petri mezclando suavemente el medio y removiendo las placas con movimientos circulares hasta que se solidifique. Finalmente, las placas fueron introducidas de forma invertida en jarras anaeróbicas al cual se les acondicionó un sobre de Anaerocult A (Merck- Alemania) para conservar el ambiente anaeróbico. Las placas se incubaron a 37°C durante 72+/- 3 horas. Se trabajaron con placas duplicadas en cada una de las formulaciones.

Conteo de colonias

Las colonias se caracterizaron por sus formas lenticulares o redondas blanquecinas y parcialmente estrelladas de 1 a 4mm de diámetro. Se consideraron para la lectura a aquellas placas que presentaron recuentos entre 10 a 300 UFC.

Lactobacillus acidophilus LA-5® (Según ISO 20128-2006).

Solución madre de clindamicina (CL)

Se disolvió 2mg clorhidrato de clindamicina en 10 ml de agua. Luego, se filtró la solución a través de un filtro de 0.22 um y posteriormente fue esterilizada en un tubo de ensayo estéril. Se distribuyó en criotubos estériles de 2ml a -20°C por seis semanas.

Solución madre de ciprofloxacino (CIP)

Se disolvió 20mg clorhidrato de ciprofloxacino en 10ml de agua. Luego, se filtró la solución a través de un filtro de 0.22 um y posteriormente fue esterilizada en un tubo de ensayo estéril. Se distribuyó en criotubos estériles de 2ml a -20°C por ocho semanas.

Preparación del agar MRS/CL/CIP (MRS/clindamicina/ciprofloxacino)

El agar Lactobacillus MRS (HiMedia® - India) se preparó siguiendo las recomendaciones del fabricante (pH 6.8) y se esterilizó a 121°C. Para la suplementación, se le adicionó 0.25ml de clindamicina y 2.5ml de ciprofloxacina por cada 500ml de agar previamente esterilizado y enfriado a 44-47°C. Se evitó la formación de burbujas de gas. Posteriormente, se vierte el medio en placas Petri y una vez solidificado las placas MRS/CL/CIP preparadas fueron almacenadas en oscuridad durante máximo 10 días, entre 4-7°C.

Preparación de la dilución primaria y diluciones decimales:

Para la preparación de la dilución primaria (suspensión inicial) se preparó frascos con 90ml de diluyente estéril (agua peptonada bufferada - Merck® - Alemania) al cual se le adicionó 10g del yogur muestra. De cada dilución primaria

se obtuvo 1ml, el cual se adicionó en un tubo de ensayo con 9ml de diluyente estéril consiguiendo la dilución 10^{-2} . Se procede del mismo modo las siguientes diluciones hasta obtener una dilución de 10^{-6} .

Inoculación

Se transfirió por goteo 0.1 ml de cada una de las diluciones a dos placas Petri que contenían el agar MRS/CL/CIP. La muestra fue extendida sobre toda la superficie del medio utilizando una espátula de Drigalsky estéril. Una vez que el medio absorbió la muestra, se invirtieron las placas y fueron introducidas en jarras anaeróbicas y se les acondicionó un sobre de Anaerocult C (Merck-Alemania). Se incubó a 37°C durante 72 ± 3 horas. Se trabajaron con placas duplicadas en cada una de las formulaciones.

Conteo de colonias

Las colonias se caracterizaron por ser planas, mate, rugosas, de color gris a blanquecino, con bordes más o menos irregulares y un diámetro de 1mm a 3mm. Se consideraron para la lectura aquellas placas que presentaron un recuento entre 10 a 300 UFC/ml.

4.5.6 Instrumentos

Materiales

- Probeta 250 ml
- Termómetro de mercurio
- Lactodensímetro
- Soporte universal
- Bureta 25 ml precisión 0.05
- Vaso de precipitado 100 y 500ml
- Pipeta volumétrica de 1, 5 y 10 ml
- Butirómetros de Gerber, tapones de jebe y mandril
- Espátula de vidrio
- Placas Petri 100*15 mm
- Tubos de ensayo de 16mm x 150mm

- Balanza analítica (2000 g) marca HENKEL
- Ollas de acero inoxidable marca AMERICA (25L)
- Cocina a gas
- Licuadora OSTER
- Jarras de anaerobiosis
- Filtro estéril con membrana de acetato de celulosa de 0,22 µm
- Jeringas de 3, 5 y 10ml

Equipos

- Potenciómetro CRISON BASIC 20
- Refractómetro de 0 a 80°Brix (HANNA)
- Refrigeradora ELECTROLUX 310 LT
- Baño maría (PRECISION SCIENTIFICS)
- Colorímetro (COLOR READER CR-20)
- Destilador de agua GFL 2004
- Autoclave EFE CLAVE
- Incubadora (INCUCCELL)

Medios de cultivo

- Agar plate count (EMB – Merck Alemania)
- Agar eosina y azul de metileno (EMB – Merck Alemania)
- Agar saboraud (EMB – Merck Alemania)
- Caldo lactosado verde brillante (EMB – Merck Alemania)
- Caldo EC (EMB – Merck Alemania)
- Caldo lauril sulfato (EMB – Merck Alemania)
- Agar Lactobacillus MRS (HIMEDIA- India)
- Solución Ringer (1/4 X) (Liofilchem® - Italia)
- MUP suplemento selectivo (Liofilchem® - Italia)
- Anaerocult® A y Anaerocult® C (EMB – Merck Alemania)
- Agar base propionato TOS (Liofilchem® - Italia)
- Agua peptonada bufferada (EMB – Merck Alemania).

Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Ácido sulfúrico
- Fenolftaleína a 0.1N
- Alcohol amílico puro
- Clorhidrato de cisteína (EMB – Merck Alemania)
- Mupirocina de litio (EMB – Merck Alemania)
- Clorhidrato de clindamicina (EMB – Merck Alemania)

Pruebas sensoriales

En la prueba de grado de satisfacción se evaluó los atributos color, aroma, sabor y consistencia, mediante una escala categórica conocida como escala hedónica con valores del 1 al 7 (Tabla 14). Mientras que en la prueba discriminativa (“Prueba de ordenamiento”) buscó que los panelistas encuentren diferencias o no entre las formulaciones que degustaron.

Tabla 14: Escala hedónica para la evaluación sensorial

ESCALA	PUNTAJE
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta poco	3
Me es indiferente	4
Me gusta poco	5
Me gusta moderadamente	6
Me gusta mucho	7

Fuente: (IBÁÑEZ Y BARCINA, 2001)

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para los datos de la prueba sensorial se utilizó como modelo estadístico la prueba de KRUSKALL-WALLIS para determinar diferencias significativas entre las 6 formulaciones. Los datos se analizaron mediante el programa SPSS Statistic versión 29.0.1.0. Asimismo, los resultados de los análisis fisicoquímicos y recuentos bacterianos (bacterias probióticas) fueron descriptivos y los valores se presentaron en gráficas lineales utilizando hoja de cálculo de Excel. Adicionalmente, entre las formulaciones que cumplieron la distribución normal se les realizó la prueba de correlación de Spearman para evaluar si existe relación entre las variables.

4.7. Aspectos éticos en Investigación.

Los resultados presentados en esta investigación son verdaderos y propios de los autores. Asimismo, contempla el cumplimiento de los protocolos de higiene en la elaboración del yogur en pro del respeto a las personas consumidoras de nuestro producto. Para el análisis sensorial, las personas que participaron del estudio fueron informadas del objetivo del estudio y de la composición del alimento participando libremente bajo su total consentimiento.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Materia prima

Leche cruda

Tabla 15: Resultados fisicoquímicos de la leche cruda

Análisis	Resultado	Valor referencial (DS N°007-2017)
PH	6.66	6.4-6.8
DENSIDAD A 15°C (G/ML)	1.0304	1.0296 – 1.0340
MATERIA GRASA LÁCTEA (G/100G)	3.5	Mínimo 3.2
ACIDEZ TITULABLE, COMO ÁCIDO LÁCTICO (G/100G)	0.13	0.13-0.17
ACIDEZ CUALITATIVA	No coagulable	No coagulable
ENSAYO DE REDUCTASA	> a 6 horas	> a 6 horas sin virar
EXTRACTO SECO (G/100G) ^a	12.35	Mínimo 11.4
EXTRACTO SECO MAGRO (G/100G) ^{b,c}	8.85	Mínimo 8.2

(a) Se denomina también sólidos totales.
(b) Se denomina también sólidos no grasos.
(c) Diferencia entre el contenido de sólidos totales y materia grasa láctea.

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 16: Resultados microbiológicos de la leche cruda

Análisis	Resultado	Valor referencial (DS N°007-2017)
AEROBIOS MESOFILOS (UFC/ml)	8×10^4	$5 \times 10^5 - 10^6$
COLIFORMES (UFC/ml)	10^3	$10^2 - 10^3$

Fuente: Los autores, 2024

Jarabe de yacón

Tabla 17: Resultados del jarabe de yacón

Análisis	Resultado	Valor referencial (NTP 011.352)
SOLIDOS SOLUBLES (brix)	72 ± 1	73 ± 1
PH	Entre 5 y 6	No menor a 4.8
AEROBIOS MESOFILOS	<10 ³	10 ⁴
ENTEROBACTERIAS	<1	10
MOHOS	<10	10 ²
LEVADURAS	<10	10 ²

Fuente: Los autores, 2024

5.1.2. Microbiológicos del yogur

Tabla 18: Resultados microbiológicos del yogur

Agente microbiano	Resultado	Valor referencial (DS N°007-2017)
COLIFORMES	< 1 UFC/ml	10 - 10 ²
MOHOS	< 1 UFC/ml	10 - 10 ²
LEVADURAS	< 1 UFC/ml	10 - 10 ²

Fuente: Los autores, 2024

5.1.3. Características sensoriales del yogur

Datos de los panelistas

Del total de panelistas (n=50), Tabla 39 Anexo 7, el 56% eran mujeres y el 44% varones, conformado por participantes de entre 18 a 56 años. En relación con el nivel educativo, el 76% contaban con universitaria incompleta, 10% secundaria completa, 8% postgrado en curso, 4% universitaria completa y 2% nivel técnico superior incompleta. Respecto a la situación laboral, 62% solo estudian, 24% estudian y trabajan, 10% solo trabajan y 4% no estudian ni trabajan. En relación con el hábito de consumo de yogur, el 34% indican que lo consumen “1 vez a la semana”; 22% lo consumen “2 a 3 veces al mes”; 20% lo

consumen “2 a 3 veces por semana”; 16% lo consumen “por lo menos 1 vez al mes” y solo el 8% lo consumen inter diario.

Prueba de grado de satisfacción

Tabla 19: Resultados de grado de satisfacción

Fj	SABOR	CONSISTENCIA	AROMA	COLOR
F ₁	3.50 ± 1.60 ^a	4.68 ± 1.56 ^a	4.78 ± 1.17 ^a	5.68 ± 1.33 ^a
F ₂	3.44 ± 1.42 ^a	4.68 ± 1.40 ^a	4.74 ± 1.23 ^a	5.10 ± 1.33 ^{ab}
F ₃	4.22 ± 1.11 ^{ab}	4.96 ± 1.25 ^a	4.84 ± 1.10 ^a	5.14 ± 1.01 ^{ab}
F ₄	4.56 ± 1.36 ^b	5.04 ± 1.30 ^a	4.72 ± 1.05 ^a	4.66 ± 1.60 ^b
F ₅	5.68 ± 1.20 ^c	5.50 ± 1.10 ^a	4.74 ± 1.01 ^a	4.84 ± 1.46 ^b
F ₆	5.52 ± 1.53 ^c	5.40 ± 1.25 ^a	5.10 ± 1.06 ^a	4.76 ± 1.56 ^b

Letras diferentes indican que fueron estadísticamente diferentes (p>0.05)

Fuente: Los autores, 2024

La Tabla 19, presenta las medias aritméticas por características sensoriales (sabor, consistencia, aroma y color) en una escala hedónica del 1 al 7. F₅ obtuvo el mayor puntaje respecto al sabor (5.68) y consistencia (5.50), F₆ fue el más agradable para el aroma (5.10) y Fcontrol fue el del mejor color (5.78).

Prueba de ordenamiento

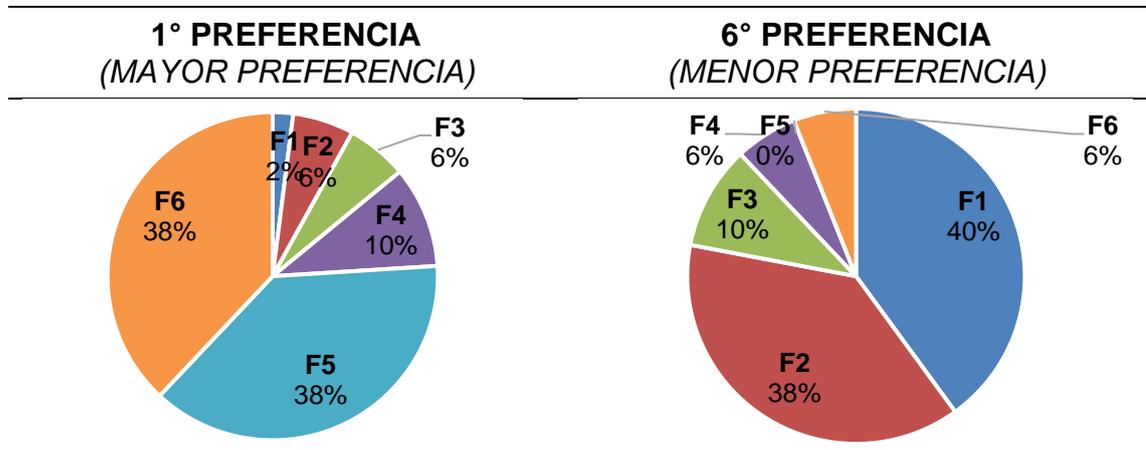
Tabla 20: Recuento de preferencias por formulaciones

	PREFERENCIA	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
MAYOR PREFERENCIA	1°	1	3	3	5	19	19
	2°	2	4	7	5	19	13
	3°	8	2	5	19	10	6
	4°	9	4	20	10	1	6
	5°	10	18	10	8	1	3
MENOR PREFERENCIA	6°	20	19	5	3	0	3
	Suma de rangos	235	237	192	170	96	120

Fuente: Los autores, 2024

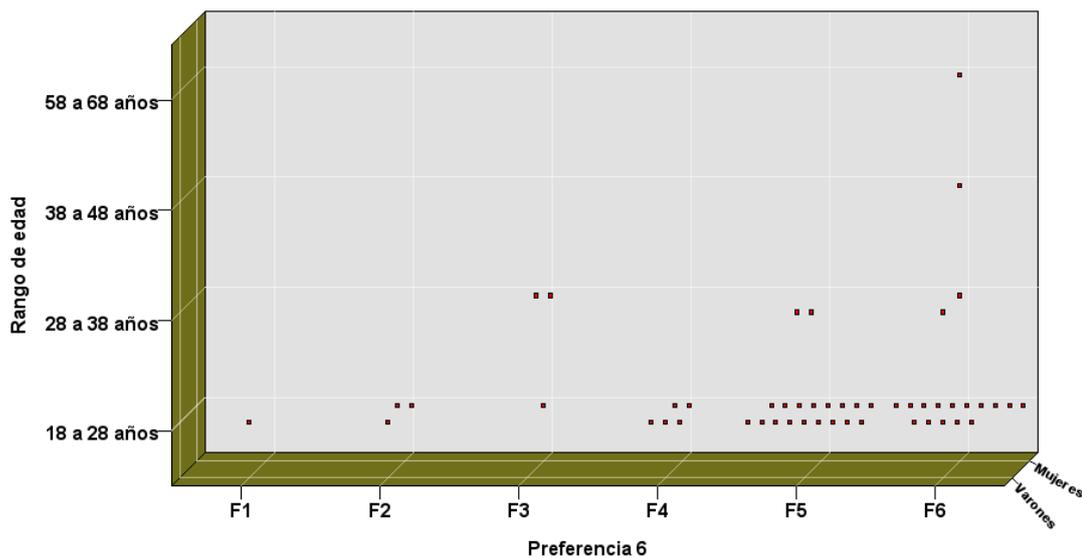
La Tabla 20, presenta el recuento de los panelistas sobre el ordenamiento por formulaciones. F₅ y F₆ resultaron las de *mayor preferencia* (1°), indicadas por un igual número de panelistas (38% para cada una). Caso contrario, F₁ y F₂ obtuvieron *menor preferencia* (6°), 40% y 38%, respectivamente.

Figura 7: Comparativo de preferencias 1° y 6°



Fuente: Los autores, 2024

Figura 8: Dispersión mayor preferencia (1°) - edad - género



Fuente: Los autores, 2024

La Figura 8, al interpretar solo 1° (*mayor*) preferencia permite afirmar que son mayoritariamente las mujeres, entre 18 a 28 años, quienes posicionan la F₆ por encima de las otras formulaciones, mientras para los varones, es F₅.

5.1.4. Pruebas fisicoquímicas de las formulaciones de yogur

pH

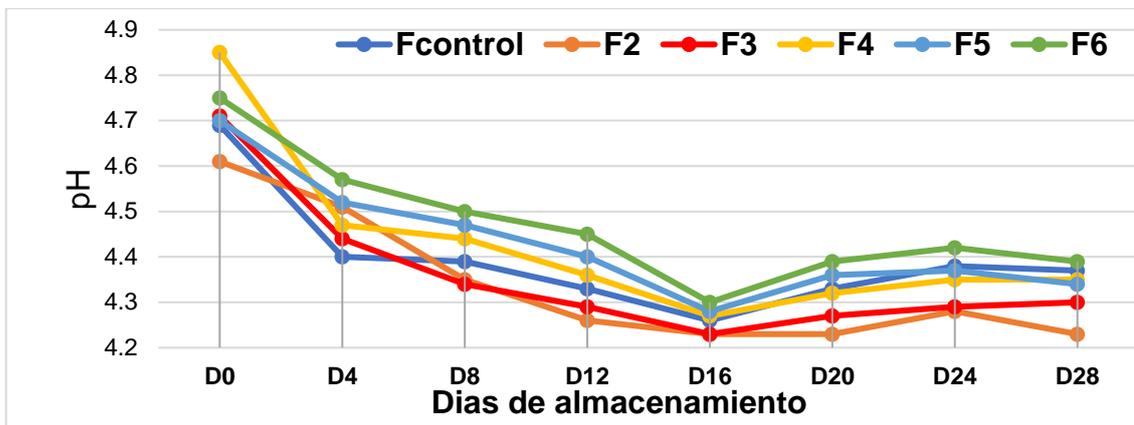
Tabla 21: PH de las formulaciones durante 28 días de almacenamiento(4°C)

	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
D₀	4.69	4.61	4.71	4.85	4.70	4.75
D₄	4.40	4.51	4.44	4.47	4.52	4.57
D₈	4.39	4.35	4.34	4.44	4.47	4.50
D₁₂	4.33	4.26	4.29	4.36	4.40	4.45
D₁₆	4.26	4.23	4.23	4.27	4.28	4.30
D₂₀	4.33	4.23	4.27	4.32	4.36	4.39
D₂₄	4.38	4.28	4.29	4.35	4.37	4.42
D₂₈	4.37	4.23	4.30	4.35	4.34	4.39

Fuente: Los autores, 2024

En la tabla 21 se observó que al día inicial los valores de pH fueron aumentando en las formulaciones con mayor adición de jarabe de yacón, excepto en la (F₂). La (F₄) presentó el pH más alto con 4.85.

Figura 9: PH de las formulaciones durante 28 días de almacenamiento(4°C)



Fuente: Los autores, 2024

Los valores de pH continuaron disminuyendo, observando menores valores de pH en aquellas formulaciones que contenían menor adición de jarabe de yacón (F₂ y F₃), esto no se cumple con el yogur control (F₁) (Figura 8).

Acidez

Tabla 22: Acidez de formulaciones durante 24 días de almacenamiento (4°C)

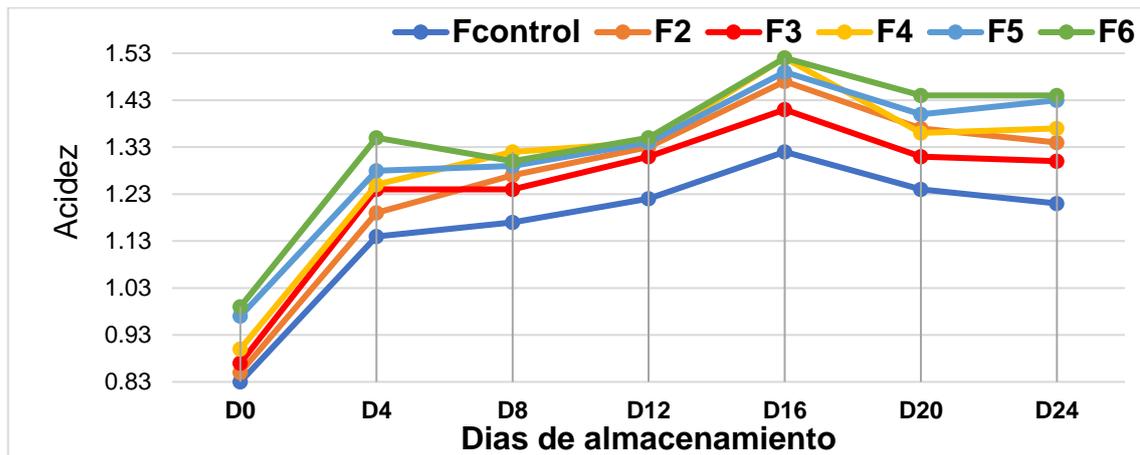
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
D ₀	0.83	0.85	0.87	0.90	0.97	0.99
D ₄	1.14	1.19	1.24	1.25	1.28	1.35
D ₈	1.17	1.27	1.24	1.32	1.29	1.30
D ₁₂	1.22	1.33	1.31	1.34	1.34	1.35
D ₁₆	1.32	1.47	1.41	1.52	1.49	1.52
D ₂₀	1.24	1.37	1.31	1.36	1.40	1.44
D ₂₄	1.21	1.34	1.30	1.37	1.43	1.44

Los resultados expresados en gramos de ácido láctico por 100g de producto

Fuente: Los autores, 2024

En la tabla 22 se observó que al día inicial los valores de acidez fueron aumentando, siendo la (F₁) la que posee la menor acidez 0.83 y la (F₆) la de mayor acidez 0.99 Ac. láctico/100g yogur.

Figura 10: Acidez de formulaciones durante 24 días de almacenamiento(4°C)



Fuente: Los autores, 2024

Para el último día de evaluación, el valor más alto de acidez la obtuvo F₆ con 1.44 ac. Láctico/100 ml de yogur probiótico a diferencia de la formulación control con 0.99 ac. Láctico/100 ml (Figura 9).

Color

En función de la característica L* luminosidad (brillo), se observó que las formulaciones que contenían mayor adición de jarabe de yacón presentaban valores inferiores, siendo el valor más bajo F₆ con 58.7 puntos (tabla 23). En función de la característica a* (tonalidad rojo-verde) y b*(tonalidad amarillo-azul) se observaron que las formulaciones que contenían mayor adición de jarabe de yacón presentaron valores superiores. Una tendencia ligera al rojo y una intermedia al amarillo (Tabla 23).

Tabla 23: Color de formulaciones durante 24 días de almacenamiento (4°C)

Día de evaluación		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
D ₀		89.1	79.3	76.1	68.6	63.3	59.2
D ₄		90.9	78.5	75.5	68.3	62.8	59.1
D ₈		91.3	78.7	75.5	68.4	62.9	58.7
D ₁₂	L*	90.4	78.4	75.2	68.4	63.2	58.7
D ₁₆		90.4	77.9	75.1	68.1	62.9	58.7
D ₂₀		89.4	77.9	74.7	67.9	62.5	58.6
D ₂₄		89.1	77.8	75.2	68.1	62.3	58.7
D ₀		-1.9	2.1	2.6	4.7	6.2	6.7
D ₄		-2.0	2.4	3.0	4.8	6.1	7.1
D ₈		-2.2	2.5	3.4	4.9	6.3	7.3
D ₁₂	a*	-2.3	2.3	2.8	4.8	6.3	7.0
D ₁₆		-2.3	2.6	3.4	5.1	6.5	7.0
D ₂₀		-2.3	2.7	3.2	5.2	6.4	7.2
D ₂₄		-2.2	2.6	3.5	5.3	6.6	7.1
D ₀		5.3	21.8	24.2	28.2	31.4	32.5
D ₄		8.4	21.7	23.6	28.2	30.6	32.4
D ₈		8.9	21.9	24.1	28.0	31.3	32.5
D ₁₂	b*	7.9	21.6	23.3	27.9	31.1	32.2
D ₁₆		8.8	21.6	23.5	28.2	31.0	31.9
D ₂₀		7.1	21.7	23.5	27.8	30.6	31.9
D ₂₄		7.1	21.1	24.2	28.0	30.2	31.4

Fuente: Los autores, 2024

5.1.5. Viabilidad de bacterias probióticas

Lactobacillus acidophilus LA-5®

Tabla 24: Recuento de bacterias probiótica LA-5® por formulaciones

DÍA	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
D ₀	3.55	3.00	3.47	2.40	2.40	2.36
D ₄	2.10	2.05	1.60	2.58	2.18	2.26
D ₈	2.26	1.92	2.40	2.30	1.70	1.89
D ₁₂	1.70	1.59	3.00	1.72	2.00	1.75
D ₁₆	2.19	1.26	1.90	1.40	1.60	1.85
D ₂₄	2.20	1.80	1.95	2.16	1.77	1.87
D ₂₈	1.54	1.35	2.14	2.03	1.51	1.84

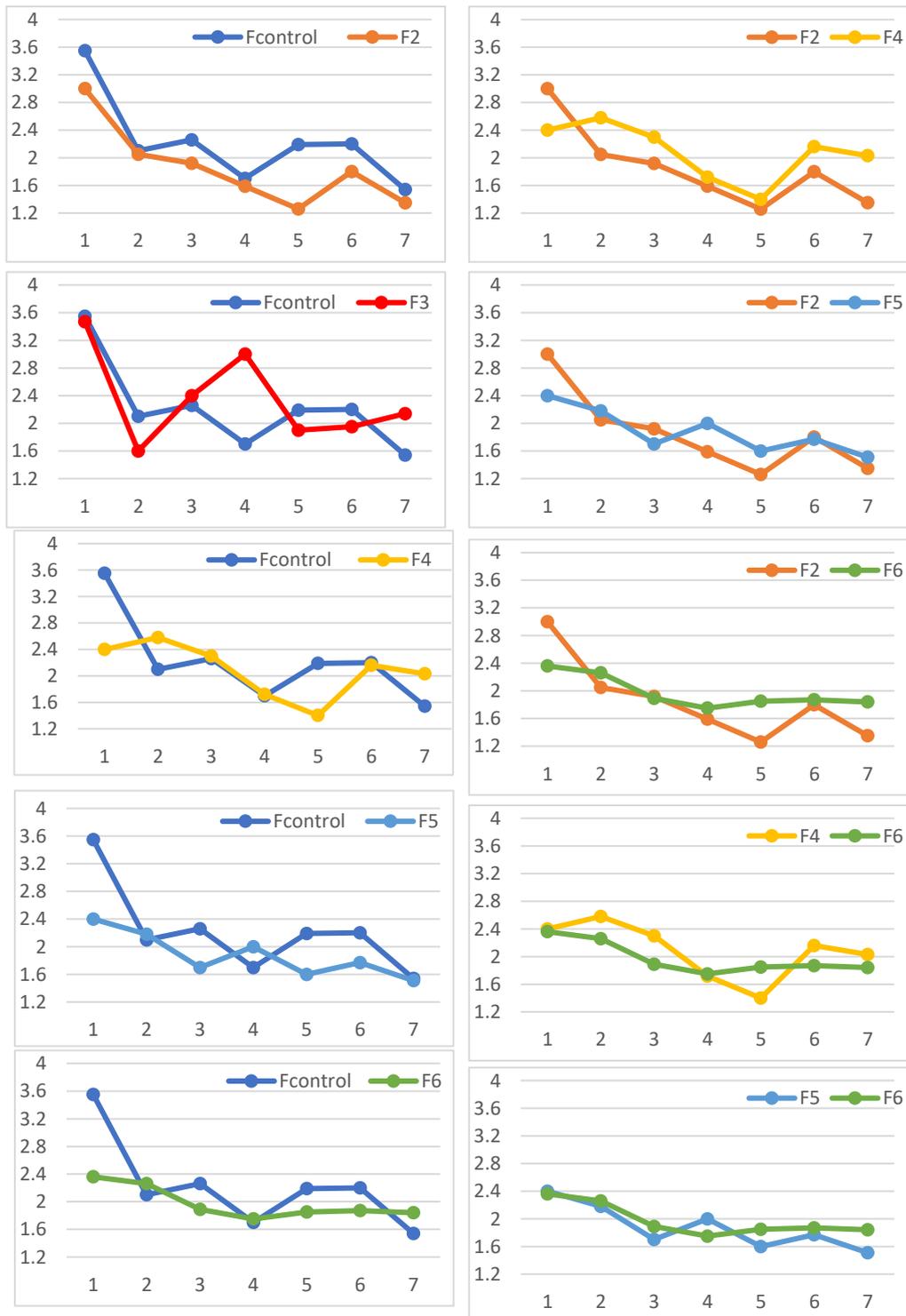
*Los valores están expresados en 10⁶ UFC/ ml

Fuente: Los autores, 2024

Los recuentos de *Lactobacillus acidophilus* fueron superiores a 1x10⁶ UFC/ml en el día inicial en todas las formulaciones, y se observaron menores recuentos en las formulaciones con mayor adición de jarabe de yacón durante el almacenamiento (4°C) (Tabla 24).

La figura 13 muestra la comparación de recuentos bacterianos entre el control y las demás formulaciones. Se observó que solo la F₃ inicia con un recuento bacteriano cercano al control, y es la única formulación donde los recuentos aumentan en el último día de almacenamiento con una lectura de 2.14 x10⁶ UFC/ml.

Figura 11: Comparación de recuentos de LA-5® (10^6 UFC/ml) por formulaciones durante 28 días de almacenamiento (4°C)



Fuente: Los autores, 2024

Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®

Tabla 25: Recuento de bacterias probióticas BB-12® por formulaciones

DÍA	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
D ₄	10.40	12.00	9.73	9.45	8.55	14.60
D ₈	7.82	10.20	8.27	8.55	8.45	15.30
D ₁₂	9.36	7.55	9.55	8.82	8.00	8.73
D ₁₆	9.00	7.45	8.82	7.55	8.27	7.55
D ₂₀	8.82	8.09	8.64	7.09	7.73	7.00
D ₂₄	8.73	7.09	6.45	6.45	4.64	5.55
D ₂₈	12.70	4.18	6.18	6.36	6.82	7.64

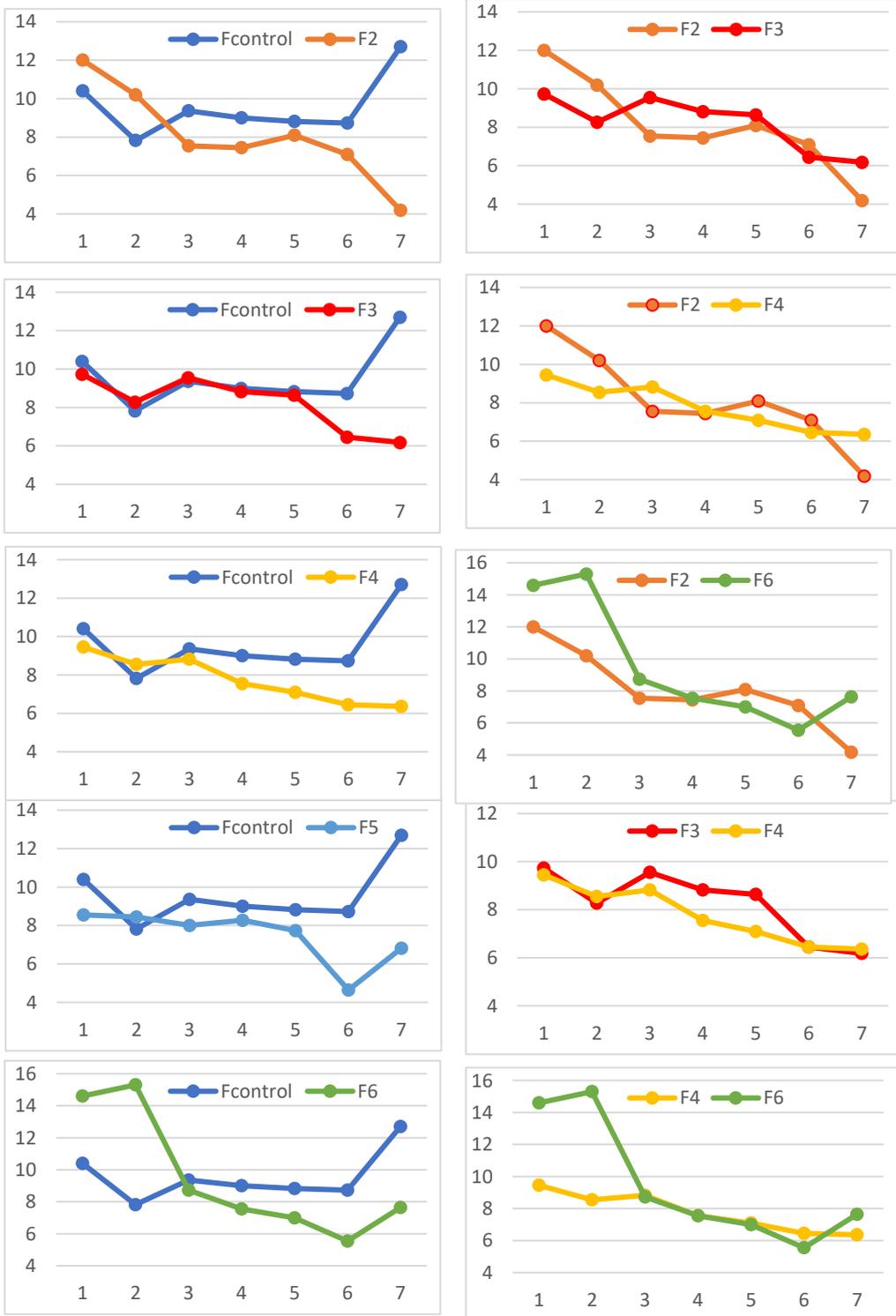
*Los valores están expresados en 10⁶ UFC/ ml

Fuente: Los autores, 2024

Se observó un menor recuento de *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* en las formulaciones con mayor adición de jarabe de yacón durante el almacenamiento (4°C), salvo en la F₆ que presentó un aumento respecto a la formulación control con un recuento 1.46x10⁷ UFC/ml (Tabla 25).

En la figura 12 muestra la comparación de los recuentos bacterianos entre el control y las demás formulaciones. Se observó que solo las F₂ y F₆ inician con recuentos bacterianos superiores al control, mientras los demás muestran recuentos inferiores. Para el día 28 el control experimentó un mayor incremento, no siendo superada por ninguna otra formulación (Figura 13).

Figura 12: Comparación de recuentos de BB-12® (10^6 UFC/ml) por formulaciones durante 28 días de almacenamiento (4°C)



Fuente: Los autores, 2024

5.2. Resultados inferenciales

5.2.1. Características sensoriales

a. Prueba de grado de satisfacción

Tabla 26: Kruskal-Wallis para características sensoriales

Hipótesis nula	N	Estadístico total de prueba	Grado de libertad	Sig. ^{a,b}	Decisión
1 El Sabor es el mismo entre las formulaciones de yogur.	300	88.564 ^x	5	<.001	Rechace la hipótesis nula.
2 La consistencia es la misma entre las formulaciones de yogur.	300	13.907 ^x	5	.016	Rechace la hipótesis nula.
3 El Aroma es el mismo entre las formulaciones de yogur.	300	4.298 ^x	5	.507	Conserve la hipótesis nula.
4 El Color es el mismo entre las formulaciones de yogur.	300	17.291 ^x	5	.004	Rechace la hipótesis nula.

x. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Fuente: Los autores, 2024

Por consiguiente, para identificar dónde se encuentran estas diferencias entre las medias de las formulaciones se realizaron pruebas post-hoc de las comparaciones por parejas.

Tabla 27: Comparaciones por parejas sig. Ajust.a

	FORMULACIÓN	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
SABOR	F ₁		1	0.807	0.032	1	0
	F ₂			0.318	0.009	0	0
	F ₃				1	0	0
	F ₄					0.006	0.034
	F ₅						1
	F ₆						
CONSISTENCIA	F ₁		1	1	1	0.119	0.342
	F ₂			1	1	0.066	0.203
	F ₃				1	0.562	1
	F ₄					1	1
	F ₅						1
	F ₆						
AROMA	F ₁		1	1	1	1	1
	F ₂			1	1	1	1
	F ₃				1	1	1
	F ₄					1	1
	F ₅						1
	F ₆						
COLOR	F ₁		0.287	0.193	0.004	0.027	0.012
	F ₂			1	1	1	1
	F ₃				1	1	1
	F ₄					1	1
	F ₅						1
	F ₆						

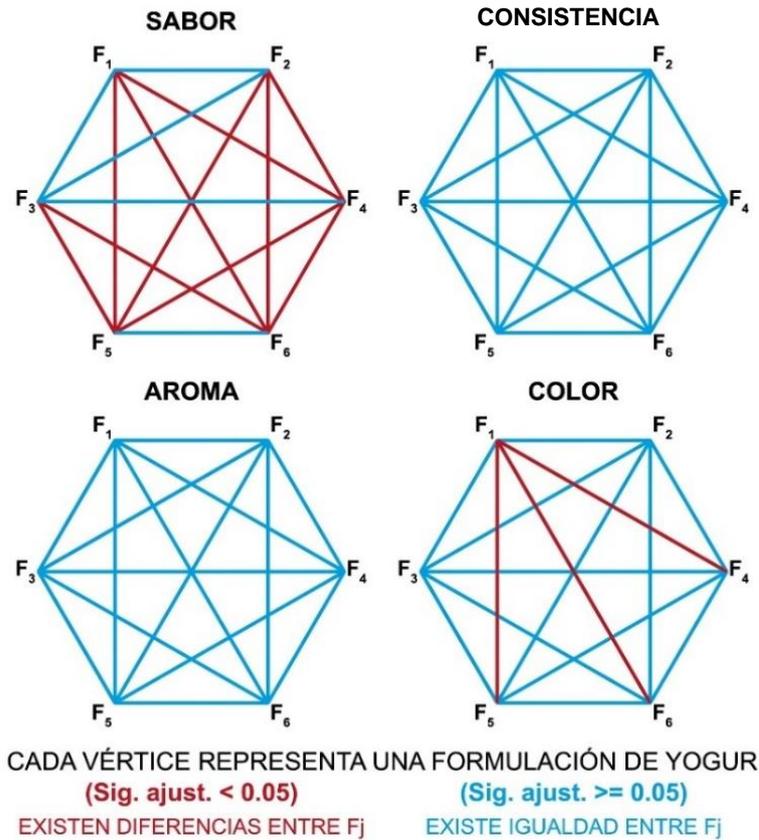
Se prueba la hipótesis nula que las distribuciones entre las formulaciones son iguales

El nivel de significación es de 0.05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Fuente: Los autores, 2024

Figura 13: Post-Hoc entre las formulaciones



Fuente: Los autores, 2024

b. Prueba de ordenamiento

Tabla 28: Diferencias críticas absolutas de la suma de rangos

	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
F ₁		-2	-43	65	139	115
F ₂	2		45	67	141	117
F ₃	-43	-45		22	96	72
F ₄	-65	-67	-22		74	50
F ₅	-139	-141	-96	-74		-24
F ₆	-115	-117	-72	-50	24	

Fuente: Los autores, 2024

De acuerdo con la Tabla 28, con un nivel de significancia del 5% (Watts *et al.*, 1992) la suma de rangos debía ser igual o mayor a 54. Es así como se determina donde se encuentran las diferencias significativas ($p < 0.05$).

5.2.2. Características fisicoquímicas

a. pH

Tabla 29: Correlación de Spearman (pH) entre formulaciones y días de almacenamiento

pH		F ₂	F ₄	F ₅	F ₆
Días	C. de correlación	-.805*	-.778*	-.833*	-.814*
	Sig. (bilateral)	.016	.023	.010	.014
	N	8	8	8	8

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Los autores, 2024

b. Acidez

Tabla 30: Correlación de Spearman (acidez) entre formulaciones y días de almacenamiento

Acidez		F ₂	F ₄	F ₅	F ₆
Días	C. de correlación	.857*	.893**	.893**	.818*
	Sig. (bilateral)	.014	.007	.007	.024
	N	7	7	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Los autores, 2024

c. Color

Tabla 31: Correlación de Spearman (color L) entre formulaciones y días de almacenamiento*

		L*			
		F₂	F₃	F₄	F₆
Días	C. de correlación	-.955**	-.837*	-.818*	-.808*
	Sig. (bilateral)	<.001	.019	.024	.028
	N	7	7	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 32: Correlación de Spearman (color a y b *) entre formulaciones y días de almacenamiento*

		a*			b*
		F₂	F₄	F₅	F₆
Días	C. de correlación	.829*	.937**	.919**	-.927**
	Sig. (bilateral)	.021	.002	.003	.003
	N	7	7	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Los autores, 2024

5.2.3. Viabilidad de bacterias probióticas

a. *Lactobacillus acidophilus* LA-5®

Tabla 33: Correlación de Spearman (LA-5®) entre formulaciones y días de almacenamiento

	LA-5®	F ₂	F ₅
Días	C. de correlación	-.821*	-.821*
	Sig. (bilateral)	.023	.023
	N	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Los autores, 2024

b. *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12®

Tabla 34: Prueba de Correlación de Spearman (BB-12®) entre formulaciones y días de almacenamiento

	BB-12®	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
Días	C. de correlación	-.893**	-.786*	-.964**	-.929**
	Sig. (bilateral)	.007	.036	<.001	.003
	N	7	7	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Los autores, 2024

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

6.2.1. Prueba de Hipótesis general

Ho: No existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12[®] y *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®]) durante el almacenamiento en refrigeración.

Ha: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12[®] y *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®]) durante el almacenamiento en refrigeración

Mediante Kruskal Wallis y pruebas post hoc (comparaciones por parejas), al 95% de nivel de confianza, se establecieron diferencias significativas sensoriales, entre F₁ y las formulaciones con adición de jarabe de yacón. Para las características fisicoquímicas y la viabilidad de las bacterias probióticas se utilizó la correlación de Spearman para determinar la relación o asociación existente entre las variables.

Se rechaza la hipótesis nula, pues el estudio muestra evidencia estadística a favor de nuestra **hipótesis general**. A nivel sensorial, las pruebas de aceptabilidad evidencian que una mayor adición de jarabe de yacón genera un efecto positivo en el sabor y negativo para el color ($p < 0.05$). No alterando características de aroma o consistencia. Los resultados de ordenamiento mantienen esta misma tendencia ascendente a mayor adición. Las características fisicoquímicas y la viabilidad de bacterias probióticas, se encontró que existe una correlación alta entre las variables, siendo estadísticamente significativo ($p\text{-valor} < 0,05$).

6.2.2. Prueba de hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Ho: No existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento).

Ha: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento).

Para la contrastación de la hipótesis específica se aplicó Kruskal-Wallis, para la prueba de grado de satisfacción buscó encontrar diferencias en los atributos sensoriales entre las formulaciones. Y la tabla de diferencias críticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones de “Todos los Tratamientos”, para la prueba de ordenamiento buscó elegir las formulaciones con mayor preferencia ($p < 0.05$).

a. Prueba de grado de satisfacción

Los resultados de la prueba Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) señalan que el sabor, consistencia y color son distintos entre las formulaciones; mientras que el aroma es el mismo. Sin embargo, las pruebas post-hoc esclarecen la existencia de diferencias significativas. Encontrando que el sabor es distinto entre la mayoría de las comparaciones por parejas, a excepción de (F_1 y F_2), (F_1 y F_3), (F_2 y F_3), (F_3 y F_4) y (F_5 y F_6). El color, solo encontró diferencias entre (F_1 y F_4), (F_1 y F_5), (F_1 y F_6). Y estableciendo que no hubo diferencias respecto a la consistencia y el aroma entre todas las formulaciones de yogur (Figura 12).

b. Prueba de ordenamiento

De acuerdo con la Tabla 20, F₁ y F₂ son indicadas como las de *menor preferencia* (40% y 38%, respectivamente) y al F₅ y F₆ como las de *mayor preferencia*, indicadas por un igual número de panelistas (38% para cada una). La Tabla 28, diferencias críticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones de “Todos los Tratamientos” (p<0.05), determina la existencia de diferencias significativas entre F₁ con F₄, F₅, F₆; F₂ con F₄, F₅, F₆; F₃ con F₅, F₆ y F₄ con F₆.

Por ende, la hipótesis alterna que afirma que existe efecto positivo entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento), ha sido confirmada.

6.2.1 Hipótesis específica 2

Ho: No existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración.

Ha: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración.

pH

En Tabla 29, todas las formulaciones se evaluaron mediante la correlación de Spearman donde resultó que existe una correlación negativa alta entre los días de almacenamiento y F₂(r =-0.805, p-valor = 0,016 < 0,05); F₄ (r =-0.778, p-valor = 0,023 < 0,05); F₅ (r =-0.833, p-valor = 0,010 < 0,05); y F₆ (r =-0.814, p-valor = 0,014 < 0,05) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los valores de pH disminuían.

Acidez

En Tabla 30, todas las formulaciones se evaluaron mediante la correlación de Spearman donde resultó que existe una correlación positiva alta entre los días de almacenamiento y F_2 ($r = 0.857$, $p\text{-valor} = 0,014 < 0,05$); F_4 ($r = 0.893$, $p\text{-valor} = 0,007 < 0,05$); F_5 ($r = 0.893$, $p\text{-valor} = 0,007 < 0,05$); y F_6 ($r = 0.818$, $p\text{-valor} = 0,024 < 0,05$) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los valores de acidez aumentaban.

Color

En la tabla 31, todas las formulaciones se evaluaron mediante la correlación de Spearman donde resultó que existe una correlación negativa alta para los valores L^* entre los días de almacenamiento y F_2 ($r = -0.955$, $p\text{-valor} = <0.001 < 0,05$); F_3 ($r = -0.837$, $p\text{-valor} = 0,019 < 0,05$); F_4 ($r = -0.818$, $p\text{-valor} = 0,024 < 0,05$); y F_6 ($r = -0.808$, $p\text{-valor} = 0,028 < 0,05$) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los valores de luminosidad (L^*) disminuían.

En la tabla 32, todas las formulaciones se evaluaron mediante la correlación de Spearman donde resultó que existe una correlación positiva alta para los valores a^* entre los días de almacenamiento y F_2 ($r = 0.829$, $p\text{-valor} = <0.021 < 0,05$); F_4 ($r = 0.937$, $p\text{-valor} = 0,002 < 0,05$); y F_5 ($r = 0.919$, $p\text{-valor} = 0,003 < 0,05$) siendo estadísticamente significativo. Caso contrario sucede para los valores de b^* en el que se determinó una correlación negativa muy alta entre los días de almacenamiento y F_6 ($r = -0.927$, $p\text{-valor} = <0.003 < 0,05$) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los valores de a^* tienen al rojo y el de b^* tienden al azul.

Por ende, la hipótesis alterna que afirma que existe efecto negativo para el pH y color (L^* y b^*) y un efecto positivo para la acidez y color (a^*) entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido durante el almacenamiento en refrigeración, ha sido confirmada.

6.2.2 Hipótesis específica 3

Ho: No existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y la viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) durante el almacenamiento en refrigeración.

Ha: Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y la viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) durante el almacenamiento en refrigeración.

***Lactobacillus acidophilus* LA-5®**

En la tabla 33, todas las formulaciones se evaluaron mediante la correlación de Spearman donde resultó que existe una correlación negativa alta para las bacterias LA-5 entre los días de almacenamiento y F₂ (r =-0.821, p-valor = <0.023 < 0,05) y F₅ (r =-0.821, p-valor = 0,023 < 0,05) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los recuentos bacteriano disminuyen.

***Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12®**

La tabla 34, todas las formulaciones se evaluaron mediante la correlación de Spearman donde resultó que existe una correlación negativa alta para las bacterias BB-12 entre los días de almacenamiento y F₂ (r =-0.893, p-valor = <0.007 < 0,05); F₃ (r =-0.786, p-valor = 0,036 < 0,05); F₄ (r =-0.964, p-valor = <.001 < 0,05); y F₅ (r =-0.929, p-valor = 0,003 < 0,05) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los recuentos bacteriano disminuyen.

Por ende, la hipótesis alterna que afirma que existe efecto negativo entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y la viabilidad de bacterias

probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp lactis* BB-12[®] y *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®]) durante el almacenamiento en refrigeración, ha sido confirmada.

6.2. Contrastación de resultados con estudios similares

6.2.1 Sensoriales del yogur

Un estudio realizado por PAZMIÑO (2014) elaboró un yogur con 9.67% yacón y 0.59% de Stevia, y obteniendo una aceptación total (color, aroma, sabor, acidez y consistencia) con un promedio de 8 sobre 10 niveles, que representan el 76% (n=102) de la población evaluada. Asimismo, MENDES *et al.*, (2019) elaboraron un yogur suplementado con 20% de jarabe de yacón(YS) obteniendo una mayor aceptación sensorial de 9 en una escala de 10 puntos (aceptación general, aspecto y consistencia) incluso teniendo mayor intención de compra por parte de los panelista en comparación con el yogur control, yogur con 20% de YS y 10% de manzana de anacardo (CAE) y yogur con 20% de YS y 20% de CAE.

Otro estudio realizado por OZTURKOGLU-BUDAK *et al.*, (2019), efectuaron evaluaciones sensoriales durante el almacenamiento a muestras de leches fermentadas con *L. acidophilus* LA-5 y *B. animalis* BB-12, junto a inulina a diferentes grados de polimerización (DP) como prebiótico. La muestra producida con *L. acidophilus* LA-5 e inulina con alto contenido en DP obtuvo una mayor aceptación sensorial y a la par la mejor viabilidad de ambos probióticos, sin embargo estos recuentos fueron disminuyendo tras un almacenamiento durante 30 días.

6.2.2 Físicoquímicos del yogur

pH

DAVE y SHAH (1997b), informaron que el pH de los yogures disminuyó de 4,40 a 4,16 después de 5 semanas de almacenamiento. Estos valores

concuerdan con nuestro yogur control el cual tuvo un pH de 4.69 a 4.37 después de 4 semanas de almacenamiento (28 días) y confirmarían el efecto negativo de nuestra hipótesis.

Los resultados anteriores concuerdan con nuestro estudio, en el cual las formulaciones de yogur probiótico que presentaron una mayor adición de jarabe de yacón aumentaron sus valores de pH, sin embargo, estos valores fueron disminuyendo en todas las formulaciones durante los 28 días de almacenamiento (4°C). Pese a ello, todos los valores de pH se encontraron dentro del rango esperado para un yogur, entre 4,0 a 4,5 (TEUBER 1995).

Un estudio presentado por PARRA R. (2014) evaluó 2 formulaciones de yogur, uno control y otro con adición del 3.5% de jarabe de yacón antes de la fermentación, encontrando un pH inicial y final de 4.47 y 4.34 para el primero, y 4.42 y 4.25 para el segundo tras 30 días de almacenamiento. Considera que el comportamiento en el pH se debe a que la insulina y los fructooligosacáridos (FOS) estimulan el metabolismo de las bacterias ácido-lácticas disminuyendo así el pH. Estos valores fueron similares a nuestro estudio, en el cual a los 28 días de almacenamiento presentó un pH inicial y final de 4.69 y 4.37 en el control, y 4.61 y 4.23 en la F₂.

Asimismo, RUIZ RIVERA y RAMIREZ MATHEUS (2009) estudiaron diferentes formulaciones de yogur: uno con bacterias probióticas, otro con bacterias probióticas e inulina (3%), y otro solo con los cultivos lácticos iniciadores; los cuales presentaron valores de pH mayores en el yogur con cultivos lácticos más probióticos. En el yogur batido con cepas probióticas se encontró un pH inicial y final de $4.64 \pm 0,09$ y $4.33 \pm 0,08$ tras 21 días de almacenamiento. Estos resultados concuerdan con nuestro estudio en el cual el yogur probiótico control, tras 20 días de almacenamiento, presentaron valores de pH inicial y final de 4.69 y 4.33, respectivamente. Esto concuerda con DAVE y SHAH (1997a) quienes encontraron que el pH en un yogur generalmente

aumenta a mayor adición de cultivo iniciador y después de 5 semanas de almacenamiento oscila entre 4,04 y 4,35.

Sin embargo, el estudio presentado por HUSSAIN, RAHMAN y ATKINSON (2009) reportaron en el día 10 de almacenamiento un pH de 4.16 en un yogur natural y 4.04 en probiótico, respectivamente. Mencionan que los probióticos tienen un pH más bajo a comparación del yogur natural debido posiblemente a la disminución del recuento total viable de bacterias probióticas durante el periodo de almacenamiento. Frente a ello, TINSON *et al.*, (1982) mencionan la capacidad de *S. thermophilus* para producir algunos metabolitos básicos durante la última parte del almacenamiento y ser la posible razón del aumento del pH observados durante los días 20 y 24 de almacenamiento.

Acidez

Las formulaciones de yogur probiótico que presentaron una mayor adición de jarabe de yacón aumentaron sus valores de acidez, asimismo estos valores fueron aumentando durante los 28 días de almacenamiento (4°C). Pese a ello, todos los valores calculados de acidez se encontraron dentro del rango esperado, entre 0.6 a 1.5g ac. Láctico/100 ml de yogur probiótico, según la NTP 202 092 (2014).

Esto concuerda con el estudio evaluado por BRICEÑO *et al.*, (2001), quienes evaluaron 2 yogures almacenados durante 20 días y determinaron que el porcentaje de ácido láctico aumentaron, en la marca A de 0,84% a 1,00% y para la marca B, de 1,47 a 1,51% confirmarían el efecto positivo de nuestra hipótesis. Igualmente, HUSSAIN, RAHMAN y ATKINSON (2009) reportaron una acidez mayor de 1.41 % ácido láctico en un yogur probiótico tras 10 días de almacenamiento.

Los valores iniciales de acidez en nuestro estudio fueron entre 0.83 y 0.99g ac. láctico/100g yogur y finalizan al día 28 entre 1.21 y 1.44g ac.

láctico/100g yogur. XANTHOPOULOS, PETRIDIS y TZANETAKIS (2001), mencionan que aún bajo condiciones de refrigeración, el aumento de acidez es debido a la producción de ácido por los cultivos iniciadores que continúan fermentando la lactosa presente. Esto concuerda con lo mencionado por ADAMS y MOSS (1997), quienes señalaron que en almacenamiento la acidez continúa aumentando lentamente, por la actividad residual de las bacterias ácido lácticas.

Un estudio realizado por PARRA H. (2014) evaluó 2 formulaciones de yogur, uno control y otro con adición del 3.5% de jarabe de yacón antes de la fermentación, encontrando que la acidez fue mayor con la adición de jarabe de yacón con un valor de 0,91% de ácido láctico tras 30 días de almacenamiento, mientras en nuestro estudio la F2 presentó 1.34 Ac. láctico/100g yogur tras 24 días de almacenamiento. Asimismo, nuestro estudio concuerda con el autor en que a mayor adición de jarabe de yacón y mayor tiempo de almacenamiento la acidez tiende a aumentar.

Asimismo, RUIZ RIVERA y RAMIREZ MATHEUS (2009) evaluaron diferentes formulaciones de yogur: uno con bacterias probióticas, otro con bacterias probióticas e inulina (3%), y uno solo con cultivos lácticos iniciadores. Encontraron una acidez menor en aquellos que poseen bacterias probióticas pero solo hasta el día 15 de almacenamiento porque en la última lectura del día 21 esta situación se revertió, con una lectura final de $1.36 \pm 0,15$ g de ácido láctico/ 100g yogur. Estudios realizados por ÖZER, AKIN y ÖZER (2005) confirman lo mencionado al observar un aumento en el contenido de ácido láctico durante el almacenamiento de yogures preparados con inulina y probióticos mantenidos en condiciones de refrigeración (4 C°). Finalmente, HUSSAINR (1976) menciona que en el yogur probiótico los lactobacilos tienden a crecer continuamente entre pH 4 a 4.4, produciendo ácido, y en consecuencia la acidez del yogur probiótico tiende a aumentar pero ello no aplica al yogur natural ya que al no existir un cultivo bio-vivo se espera una disminución de la acidez.

6.2.3 Viabilidad de las bacterias probióticas

Para el recuento *Lactobacillus acidophilus* las formulaciones de yogur probiótico con mayor adición de jarabe de yacón tuvieron mayores recuentos de probióticos tras 28 días almacenamiento, sin embargo, estos valores inicialmente fueron mayores en el control y las formulaciones con menor adición de jarabe. Situación similar se observó con *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis*, no obstante, la F₆ presenta mayor recuento al día inicial superando al control. A pesar de ello, los recuentos de ambas bacterias siempre se encontraron dentro del rango esperado, mayor a 1×10^6 UFC/ml de yogur probiótico, durante el almacenamiento cumpliendo lo establecido en la ISO 20128-2006 e ISO 29981-2010, respectivamente.

En nuestro estudio, la población de *L. acidophilus* tras 28 días de almacenamiento fue de 1.54×10^6 UFC/ml y 1.84×10^6 UFC/ml en el yogur control y en la F₆, respectivamente. Para el caso de recuentos de *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*, al día 28, fue de 1.27×10^7 UFC/ml y 7.64×10^6 UFC/ml en el yogur control y en la F₆, respectivamente.

Un estudio realizado por PARRA H (2014) evaluó 2 formulaciones de yogur: uno control y otro con adición de jarabe de yacón (3.5%) durante 30 días, encontrando en este último valores más alto de bacterias ácido lácticas (BAL) tanto al inicio como al final del estudio de 3.92×10^5 a 4.88×10^5 UFC/ml. Caso contrario a nuestro estudio el cual inicio con mayores recuentos bacterianos y fue disminuyendo durante el almacenamiento. Ello lo explican NIGHSWONGER, BRASHEARS y GILLILAND (1996), quienes señalan que existe una disminución de *L. acidophilus* en el yogur durante el período de almacenamiento. Asimismo TORRES (1989), señala que durante el almacenamiento tiende a disminuir la población de *Streptococos* y se estabiliza el número de lactobacilos, debido a que el crecimiento de los primeros empieza a disminuir a valores de pH de 4,2 - 4,0 y el crecimiento de los lactobacilos se detiene en un rango de pH de 3,8 - 3,5.

Otro factor según ALDANA (1988), fue que al aumentar la acidez los *Streptococos* se lesionan y disminuyen el recuento, asimismo hay un descenso del ácido fórmico el cual es un factor estimulante para los lactobacilos y también se produce el descenso de este grupo de bacterias. Además SHAH *et al.*, (1995), informaron que *B. longum* y *L. acidophilus* mostraban una buena supervivencia en condiciones ácidas.

El estudio también nos muestra una tendencia de crecimiento bacteriano con falta de uniformidad en las seis formulaciones durante los 28 días de almacenamiento, esto concuerda con HAMANN y MARTH (1984) y BRICEÑO, MARTINEZ y GARCÍA (2001), quienes evaluaron yogures comerciales de una misma marca y encontraron una falta de uniformidad en los recuentos de BAL así como su presencia de esta flora en bajo número; lo de sugieren que probablemente se deba a fallas relacionadas con las prácticas de manufactura, tipo de cultivo “Starter” utilizado, condiciones de almacenamiento y la metodología empleada para la enumeración de los microorganismos del yogur.

Varios investigadores han informado de una pobre supervivencia de probióticos en el yogur durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración (NIGH SWONGER y SHAH 1997b; GILLILAND y SPECK 1977). Sin embargo, el efecto sinérgico que promueven el crecimiento entre los probióticos y los cultivos iniciadores en el yogur (HANSEN 1985; SAMONA y ROBINSON 1994), podrían explicar la estabilidad mejorada de los probióticos durante el almacenamiento de yogur.

Diferentes estudios confirman que la presencia de inulina puede contribuir a la supervivencia de los probióticos durante el almacenamiento (DESAI, POWELL y SHAH 2004; ÖZER, AKIN y ÖZER 2005; RAMCHANDRAN y SHAH 2010). Estudios de AMATAYAKUL *et al.* (2006) y RAMCHANDRAN y SHAH (2010), confirman un efecto protector de exopolisacáridos (EPS) sobre la supervivencia de *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*. Además OZTURKOGLU-BUDAK *et al.*, (2019) establecieron que la inulina, independientemente del grado

de polimerización, tiene un efecto estimulante sobre el crecimiento y la viabilidad de LA5 Y BB12.

Estudios recientes de CALDEIRA *et al.*, (2018) indican que la actividad prebiótica tanto por la adición de miel de abeja Jataí (*Tetragonisca angustula*) como de la africanizada (*Apis mellifera*) en diferentes concentraciones, favorecen la viabilidad de los probióticos LA-5 y BB-12 en bioyogur, permaneciendo viables durante 35 días en refrigeración. Asimismo, PEDRESCHI *et al.*, (2003) y VEGAS *et al.*, (2013), indicaron que el extracto de yacón estimula el crecimiento de *Lactobacillus plantarum* y, al mismo tiempo, inhibe el desarrollo de *E. coli enteropatógena* a bajos niveles poblacionales.

Un estudio realizado por KAUR SIDHU *et al.*, (2020), elaboraron un yogur probiótico empleando el cultivo ABY-10 que contenía cultivos iniciadores y probióticos (*Lactobacillus acidophilus* LA5 y *Bifidobacterium* BB12) y fue enriquecido con harina de garbanzo (0, 1, 2.5, 5% p/v), determinando que los recuentos se mantuvieron viables por encima del nivel mínimo esperado (10^6 UFC/g), y que la adición de harina de garbanzo no tuvo efecto positivo significativo ($p > 0,05$) sobre la viabilidad de los probióticos tras las 5 semanas de almacenamiento.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Este trabajo cumple con los principios éticos de autonomía porque tomamos la iniciativa de elaborar y evaluar un alimento altamente funcional, por la simbiosis de un prebiótico más un probiótico, y en base a toma de decisiones de criterios y preferencias de los participantes del estudio poder difundir el producto en pro de la salud humana.

Para ello, el estudio utilizó como instrumento los formularios, en el cual puedan describir sus preferencias. Previamente se le había indicado a cada participante el objetivo del estudio y la lista de ingredientes del producto a

consumir, evitando algún tipo de reacción adversa en la salud de nuestros participantes.

Asimismo, nuestro trabajo es original y los datos expuestos fueron obtenidos en el Laboratorio de Salud Pública y Salud Animal- UNMSM, en el manuscrito se colocan las referencias de las investigaciones previas respetando los derechos de autor.

VII. CONCLUSIONES

La evidencia estadística muestra que existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales. Las pruebas de grado de satisfacción establecen que una adición mayor o igual al 10% (F₄) de jarabe de yacón en yogur batido genera un efecto positivo en el sabor y negativo para el color, no alterando características de aroma o consistencia. Para el ordenamiento, F₅ y F₆ son indicada como las de mayor preferencia.

La evidencia estadística muestra que existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características fisicoquímicas. Con la prueba de correlación de Spearman que existe una correlación negativa alta para el pH y una correlación positiva alta para la acidez entre los días de almacenamiento y F₂, F₄, F₅ y F₆; siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los valores de pH disminúan y los de acidez aumentan. Para el color, existe una correlación negativa alta en (L* y b*) entre los días de almacenamiento y F₂, F₃, F₄ y F₆ (este último solo para b*) y un efecto positivo (a*) para F₂, F₄ y F₅. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los valores de luminosidad disminuyen, el a* tiene al rojo y el b* tiende al azul.

La evidencia estadística muestra que existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y la viabilidad bacteriana. Con la prueba de correlación de Spearman que existe una correlación negativa alta para *Lactobacillus acidophilus* LA-5 entre los días de almacenamiento y F₂ (r = -0.821, p-valor = <0.023 < 0,05) y F₅ (r = -0.821, p-valor = 0,023 < 0,05). Y una correlación negativa alta para *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 entre los días de almacenamiento y F₂ (r = -0.893, p-valor = <0.007 < 0,05); F₃ (r = -0.786, p-valor = 0,036 < 0,05); F₄ (r = -0.964, p-valor = <.001 < 0,05); y F₅ (r = -0.929, p-valor = 0,003 < 0,05) siendo estadísticamente significativo. Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento los recuentos bacteriano disminuyen.

La evidencia estadística muestra que existe efecto positivo en sus características sensoriales, fisicoquímicas (acidez y color a^*) y un efecto negativo en sus características fisicoquímicas (pH y color L^* y b^*) y viabilidad de bacterias probióticas (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12[®] y *Lactobacillus acidophilus* LA-5[®]) a mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y durante el almacenamiento en refrigeración ($p < 0.05$).

VIII. RECOMENDACIONES

1. Profundizar investigaciones en yogures probióticos con adición de 15 y 20% de adición de jarabe de yacón al ser consideradas las de mayor aceptabilidad sensorial y tener mejor viabilidad bacteriana durante el almacenamiento.
2. Realizar un análisis proximal del yogur probiótico con adición del 15 y 20% de jarabe de yacón para determinar el valor nutricional del producto funcional para que pueda ser elaborado y distribuido para el mercado nacional.
3. Considerar para futuras investigaciones un recuento microbiano de los cultivos iniciadores lácticos tanto *Streptococcus thermophilus* como *Lactobacillus bulgaricus*. Para poder contar la viabilidad bacteriana de forma global.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M. y MOSS, M., 1997. *Microbiología de alimentos*. España: Editorial Acribia.
- ADRIANO, L.S., DIONÍSIO, A.P., ABREU, F.A.P.D., CARIOCA, A.A.F., ZOCCOLO, G.J., WURLITZER, N.J., PINTO, C.D.O., DE OLIVEIRA, A.C. y SAMPAIO, H.A.D.C., 2019. Yacon syrup reduces postprandial glyceemic response to breakfast: A randomized, crossover, double-blind clinical trial. *Food Research International*, vol. 126, ISSN 09639969. DOI 10.1016/j.foodres.2019.108682.
- ALDANA, S., 1988. *Estudio de algunos factores a considerar en el recuento de las bacterias lácticas en yogurt*. Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- ALMÉCIGA, A. y MUÑOZ, M., 2013. *pH, Historia de un concepto. Análisis en textos de educación superior* [en línea]. 2013. S.l.: Universidad Pedagógica Nacional. Disponible en: <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/297/TO-16386.pdf?sequence=1>.
- ÁLVAREZ, J., FERNÁNDEZ REAL, J.M., GUARNER, F., GUEIMONDE, M., RODRÍGUEZ, J.M., SAENZ DE PIPAON, M. y SANZ, Y., 2021. Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología*, vol. 44, no. 7, ISSN 02105705. DOI 10.1016/j.gastrohep.2021.01.009.
- AMATAYAKUL, T., HALMOS, A.L., SHERKAT, F. y SHAH, N.P., 2006. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios. *International Dairy Journal*, vol. 16, no. 1, ISSN 09586946. DOI 10.1016/j.idairyj.2005.01.004.
- ARAYA, M., MORELLI, L., REID, G., SANDERS, M.E. y STANTON, C., 2002. *Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food* [en línea]. 2002. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf.
- ARMAS RAMOS, R.A., MARTÍNEZ GARCÍA, D. y PÉREZ CRUZ, E.R., 2019. Fructanos tipo inulina: efecto en la microbiota intestinal, la obesidad y la sociedad. *Gaceta Médica Espirituana*, vol. 21, no. 2, ISSN 1608-8921.

BARER, M.R. y HARWOOD, C.R., 1999. Bacterial Viability and Culturability. *Advances in Microbial Physiology* [en línea]. S.I.: Elsevier, pp. 93-137. [consulta: 24 noviembre 2023]. vol. 41. ISBN 978-0-12-027741-4. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065291108601666>.

BINDELS, L.B., DELZENNE, N.M., CANI, P.D. y WALTER, J., 2015. Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, vol. 12, no. 5, ISSN 1759-5045, 1759-5053. DOI 10.1038/nrgastro.2015.47.

BIOPAT, 2015. *Tema: Yacón* [en línea]. 2015. S.I.: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia (INDECOPI). Disponible en: https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/143803/Boletin4_YACON.pdf.

BISWAL, P., PAL, A. y DAS, A.P., 2017. Current Trends and Future Prospective of Prebiotics as Therapeutic Food. *Microbial Production of Food Ingredients and Additives* [en línea]. S.I.: Elsevier, pp. 57-88. [consulta: 19 noviembre 2023]. ISBN 978-0-12-811520-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128115206000039>.

BRICEÑO, A., MARTINEZ, R. y GARCÍA, K., 2001. Viabilidad y actividad de la flora láctica(*Streptococcus salivarius* ssp *termophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus*) del yogurt en Venezuela. *Acta científica venezolana*, vol. 52,

BRUZZESE, E., VOLPICELLI, M., SQUAGLIA, M., TARTAGLIONE, A. y GUARINO, A., 2006. Impact of prebiotics on human health. *Digestive and Liver Disease*, vol. 38, ISSN 15908658. DOI 10.1016/S1590-8658(07)60011-5.

BULL, M., PLUMMER, S., MARCHESI, J. y MAHENTHIRALINGAM, E., 2013. The life history of *Lactobacillus acidophilus* as a probiotic: a tale of revisionary taxonomy, misidentification and commercial success. *FEMS Microbiology Letters*, vol. 349, no. 2, ISSN 03781097. DOI 10.1111/1574-6968.12293.

CAETANO, B., DE MOURA, N., ALMEIDA, A., DIAS, M., SIVIERI, K. y BARBISAN, L., 2016. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a Food Supplement: Health-Promoting Benefits of Fructooligosaccharides. *Nutrients*, vol. 8, no. 7, ISSN 2072-6643. DOI 10.3390/nu8070436.

CALDEIRA, L.A., ALVES, É.E., RIBEIRO, A.D.M.F., ROCHA JÚNIOR, V.R., ANTUNES, A.B., REIS, A.F.D., GOMES, J.D.C., CARVALHO, M.H.R.D. y

MARTINEZ, R.I.E., 2018. Viability of probiotic bacteria in bioyogurt with the addition of honey from Jataí and Africanized bees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 53, no. 2, ISSN 1678-3921, 0100-204X. DOI 10.1590/s0100-204x2018000200009.

CAMPABADAL, C., 1999. Factores que afectan el contenido de sólidos en leche. *Nutrición animal tropical*, vol. 5, no. 1, ISSN 2215-3527.

CAMPOS, D., BETALLELUZ-PALLARDEL, I., CHIRINOS, R., AGUILAR-GALVEZ, A., NORATTO, G. y PEDRESCHI, R., 2012. Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry*, vol. 135, no. 3, ISSN 03088146. DOI 10.1016/j.foodchem.2012.05.088.

CASELLAS, F., BORRUEL, N., TORREJÓN, A., VARELA, E., ANTOLIN, M., GUARNER, F. y MALAGELADA, J. -R., 2007. Oral oligofructose-enriched inulin supplementation in acute ulcerative colitis is well tolerated and associated with lowered faecal calprotectin. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, vol. 25, no. 9, ISSN 0269-2813, 1365-2036. DOI 10.1111/j.1365-2036.2007.03288.x.

CASTILLO CARRIÓN, M.J., 2014. *Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2406>.

CHAMPAGNE, C.P., ROSS, R.P., SAARELA, M., HANSEN, K.F. y CHARALAMPOPOULOS, D., 2011. Recommendations for the viability assessment of probiotics as concentrated cultures and in food matrices. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 149, no. 3, ISSN 01681605. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.005.

CHOQUE DELGADO, G.T., DA SILVA CUNHA TAMASHIRO, W.M., MARÓSTICA JUNIOR, M.R. y PASTORE, G.M., 2013. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A Functional Food. *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 68, no. 3, ISSN 0921-9668, 1573-9104. DOI 10.1007/s11130-013-0362-0.

CHOQUE DELGADO, G.T., THOMÉ, R., GABRIEL, D.L., TAMASHIRO, W.M.S.C. y PASTORE, G.M., 2012. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)-derived

fructooligosaccharides improves the immune parameters in the mouse. *Nutrition Research*, vol. 32, no. 11, ISSN 02715317. DOI 10.1016/j.nutres.2012.09.012.

CIRIC, A., RADU, N., ZAHARIE, M.G.O., NEAGU, G., PIRVU, L.C., BEGEA, M. y STEFANIU, A., 2023. Potential Antitumor Effect of Functional Yogurts Formulated with Prebiotics from Cereals and a Consortium of Probiotic Bacteria. *Foods*, vol. 12, no. 6, ISSN 2304-8158. DOI 10.3390/foods12061250.

CORONADO, D.A. y SALAZAR, M.E., 2017. ELABORACIÓN DE HARINA DE *Smallanthus sonchifolius* (POEPP.) H. ROB. "YACÓN" Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO DE DOS BACTERIAS PROBIÓTICAS. *Ciencia e Investigación*, vol. 19, no. 2, ISSN 1609-9044, 1561-0861. DOI 10.15381/ci.v19i2.13631.

COYTE, K.Z., SCHLUTER, J. y FOSTER, K.R., 2015. The ecology of the microbiome: Networks, competition, and stability. *Science*, vol. 350, no. 6261, ISSN 0036-8075, 1095-9203. DOI 10.1126/science.aad2602.

DAVE, R.I. y SHAH, N.P., 1997a. Effect of level of starter culture on viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts. *Food Australia*, vol. 49, no. 4,

DAVE, R.I. y SHAH, N.P., 1997b. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, vol. 7, no. 1,

DÁVILA, L.A., PIRELA, V.B., VILLASMIL, N.R., CISTERNAS, S., DÍAZ, W., ESCOBAR, M.C., CARRASCO, P., DURÁN, S., BUHRING, K., BUHRING, R., BUGMAN, C., CÉSPEDES, V., GATICA, M., ROJAS, D., WYSS, M.G. y VALDEBENITO, F., 2018. New Insights into Alleviating Diabetes Mellitus: Role of Gut Microbiota and a Nutrigenomic Approach. En: V. WAISUNDARA (ed.), *Diabetes Food Plan* [en línea]. S.l.: InTech, [consulta: 19 noviembre 2023]. ISBN 978-1-78923-274-5. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/diabetes-food-plan/new-insights-into-alleviating-diabetes-mellitus-role-of-gut-microbiota-and-a-nutrigenomic-approach>.

DESAI, A.R., POWELL, I.B. y SHAH, N.P., 2004. Survival and Activity of Probiotic Lactobacilli in Skim Milk Containing Prebiotics. *Journal of Food Science* [en línea], vol. 69, no. 3, [consulta: 28 abril 2024]. ISSN 0022-1147, 1750-3841. DOI

- 10.1111/j.1365-2621.2004.tb13371.x. Disponible en:
<https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13371.x>.
- DI PRIMIO, A.N., DUCA, G. y RUBIO, C., 2021. Actividad de los fructooligosacáridos como prebiótico y efectos sobre el tracto intestinal. *Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería México*, vol. 25, no. 1, ISSN 0188-4786.
- DIONÍSIO, A.P., SILVA, M.D.F.G.D., CARIOCA, A.A.F., ADRIANO, L.S., ABREU, F.A.P.D., WURLITZER, N.J., PINTO, C.D.O. y PONTES, D.F., 2020. Effect of yacon syrup on blood lipid, glucose and metabolic endotoxemia in healthy subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial. *Food Science and Technology*, vol. 40, no. 1, ISSN 1678-457X, 0101-2061. DOI 10.1590/fst.38218.
- DOSTERT, N., ROQUE, J., CANO, A., I. LA TORRE, M. y WEIGEND, M., 2009. Factsheet: Datos botánicos de Yacón. En: BIODIVERSO, *Desarrollo de monografías botánicas (factsheets) para cinco cultivos peruanos* [en línea]. Primera. Lima, Perú: s.n., pp. 1-15. Disponible en: http://www.botconsult.com/downloads/Yacon_factsheet_final.pdf.
- EGAN, H., KIRK, R. y SAWYER, R., 1991. *Análisis químico de alimentos de Pearson*. Cuarta. S.I.: México Compañía Editorial Continental. ISBN 968-26-0734-5.
- EJTAHED, H.S., MOHTADI-NIA, J., HOMAYOUNI-RAD, A., NIAFAR, M., ASGHARI-JAFARABADI, M., MOFID, V. y AKBARIAN-MOGHARI, A., 2011. Effect of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* on lipid profile in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science*, vol. 94, no. 7, ISSN 00220302. DOI 10.3168/jds.2010-4128.
- FALLANI, M., AMARRI, S., UUSIJARVI, A., ADAM, R., KHANNA, S., AGUILERA, M., GIL, A., VIEITES, J.M., NORIN, E., YOUNG, D., SCOTT, J.A., DORÉ, J., EDWARDS, C.A., y THE INFABIO TEAM, 2011. Determinants of the human infant intestinal microbiota after the introduction of first complementary foods in infant samples from five European centres. *Microbiology*, vol. 157, no. 5, ISSN 1350-0872, 1465-2080. DOI 10.1099/mic.0.042143-0.

FALLANI, M., YOUNG, D., SCOTT, J., NORIN, E., AMARRI, S., ADAM, R., AGUILERA, M., KHANNA, S., GIL, A., EDWARDS, C.A. y DORÉ, J., 2010. Intestinal Microbiota of 6-week-old Infants Across Europe: Geographic Influence Beyond Delivery Mode, Breast-feeding, and Antibiotics. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, vol. 51, no. 1, ISSN 0277-2116. DOI 10.1097/MPG.0b013e3181d1b11e.

FAO, UNOCANC y MAGAP, 2012. *Producción orgánica de cultivos andinos* [en línea]. 2012. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/384373/>.

FERNÁNDEZ, C.E., VIEHMANNOVÁ, I., BECHYNÉ, M., LACHMAN, J., MILELLA, L. y MARTELLI, G., 2007. The cultivation and phenological growth stages of yacon [*Smallanthus Sonchifolius* (Poepp. et endl.) H. Robinson. *AGRICULTURA TROPICA ET SUBTROPICA* [en línea], vol. 40, no. 3, ISSN 0231-5742. Disponible en: http://www.icabr.com/agricultura/03/03_40.htm.

FINUT y FAO, 2012. *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos* [en línea]. 2012. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>.

FUENTES-BERRIO, L., ACEVEDO-CORREA, D. y GELVEZ-ORDONEZ, V.M., 2015. ALIMENTOS FUNCIONALES: IMPACTO Y RETOS PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 13, no. 2, ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/BSAA(13)140-149.

GAO, J., LI, X., ZHANG, G., SADIQ, F.A., SIMAL-GANDARA, J., XIAO, J. y SANG, Y., 2021. Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 20, no. 4, ISSN 1541-4337, 1541-4337. DOI 10.1111/1541-4337.12755.

GENTA, S., CABRERA, W., HABIB, N., PONS, J., CARILLO, I.M., GRAU, A. y SÁNCHEZ, S., 2009. Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clinical Nutrition*, vol. 28, no. 2, ISSN 02615614. DOI 10.1016/j.clnu.2009.01.013.

GENTA, S.B., CABRERA, W.M., GRAU, A. y SÁNCHEZ, S.S., 2005. Subchronic 4-month oral toxicity study of dried *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots as a

diet supplement in rats. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 43, no. 11, ISSN 02786915. DOI 10.1016/j.fct.2005.05.007.

GIBSON, G.R., HUTKINS, R., SANDERS, M.E., PRESCOTT, S.L., REIMER, R.A., SALMINEN, S.J., SCOTT, K., STANTON, C., SWANSON, K.S., CANI, P.D., VERBEKE, K. y REID, G., 2017. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, vol. 14, no. 8, ISSN 1759-5045, 1759-5053. DOI 10.1038/nrgastro.2017.75.

GIBSON, G.R., PROBERT, H.M., LOO, J.V., RASTALL, R.A. y ROBERFROID, M.B., 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, vol. 17, no. 2, ISSN 0954-4224, 1475-2700. DOI 10.1079/NRR200479.

GIBSON, G.R. y ROBERFROID, M.B., 1995. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal of Nutrition*, vol. 125, no. 6, ISSN 00223166. DOI 10.1093/jn/125.6.1401.

GIBSON, G.R., SCOTT, K.P., RASTALL, R.A., TUOHY, K.M., HOTCHKISS, A., DUBERT-FERRANDON, A., GAREAU, M., MURPHY, E.F., SAULNIER, D., LOH, G., MACFARLANE, S., DELZENNE, N., RINGEL, Y., KOZIANOWSKI, G., DICKMANN, R., LENOIR-WIJNKOOP, I., WALKER, C. y BUDDINGTON, R., 2010. Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods*, vol. 7, no. 1, ISSN 1476-2137, 1476-2137. DOI 10.1616/1476-2137.15880.

GILLILAND, S.E. y SPECK, M.L., 1977. Instability of *Lactobacillus acidophilus* in Yogurt. *Journal of Dairy Science*, vol. 60, no. 9, ISSN 00220302. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(77)84042-3.

GONZALÉS-TORRES, L., TÉLLEZ-VALENCIA, A., SAMPEDRO, J. y NÁJERA, H., 2007. Las proteínas en la nutrición. *Revista Salud Pública y nutrición (RESPYN)*, vol. 8, no. 2,

GOTO, K., FUKAI, K., HIKIDA, J., NANJO, F. y HARA, Y., 1995. Isolation and Structural Analysis of Oligosaccharides from Yacon (*Polymnia sonchifolia*).

Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, vol. 59, no. 12, ISSN 0916-8451, 1347-6947. DOI 10.1271/bbb.59.2346.

GRAEFE, S., MANRIQUE, I., HERMANN, M. y BURKERT, A., 2002. *Postharvest compositional changes of yacon roots (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl.) as affected by storage conditions and cultivar*. Germany: University of Kassel.

GRAU, A., KORTSARZ, A.M., SÁNCHEZ, S.S., GENTA, S., CATALÁN, C.A. y PERDIGÓN, G., 2007. El yacón como alimento, fuente de suplementos dietarios y de productos farmacéuticos: un panorama histórico, el presente y el futuro. 2007, vol. 6, no. 5,

GRAU, A. y REA, J., 1997. Yacon. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. En: (IPGRI), INSTITUTE OF INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES; (IPK), INSTITUTE OF PLANT GENETICS AND CROP PLANT RESEARCH; (CIP), CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, *Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 21 [en línea]. Roma, Italia: s.n., Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/104208>.

GUARNER, F., 2007. Papel de la flora intestinal en la salud y en la enfermedad. *Nutrición hospitalaria* [en línea], vol. 22, no. Supl. 2, ISSN 0212-1611. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309226723007.pdf>.

GYAWALI, R., NWAMAIOHA, N., FIAGBOR, R., ZIMMERMAN, T., NEWMAN, R.H. y IBRAHIM, S.A., 2019. The Role of Prebiotics in Disease Prevention and Health Promotion. *Dietary Interventions in Gastrointestinal Diseases* [en línea]. S.l.: Elsevier, pp. 151-167. [consulta: 18 noviembre 2023]. ISBN 978-0-12-814468-8. Disponible en:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128144688000120>.

HAMANN, W.T. y MARTH, E.H., 1984. Survival of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in Commercial and Experimental Yogurts. *Journal of Food Protection*, vol. 47, no. 10, ISSN 0362028X. DOI 10.4315/0362-028X-47.10.781.

HANDA, S. y SHARMA, N., 2016. In vitro study of probiotic properties of *Lactobacillus plantarum* F22 isolated from chhang – A traditional fermented

beverage of Himachal Pradesh, India. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, vol. 14, no. 1, ISSN 1687157X. DOI 10.1016/j.jgeb.2016.08.001.

HANSEN, R., 1985. Bifidobacteria have come to stay. *North European Dairy Journal*, vol. 3,

HAYASHI, J., 1985. *Favorable effect of Neosugar on lipid metabolism. In case of the application for Sumo wrestler.* Hosoya, N. S.l.: s.n.

HERNÁNDEZ, A., CORONEL, C., MONGE, M. y QUINTANA, C., 2015. Microbiota, Probióticos, Prebióticos y Simbiótico. *PEDIATRÍA INTEGRAL*, vol. 9, no. 5,

HERNÁNDEZ, E., 2005. Evaluación sensorial. *Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje*,

HERNÁNDEZ, P., 2004. *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt* [en línea]. 2004. S.l.: s.n. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/hernandez_c_p/.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y FERNANDEZ-COLLADO, C.F., 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México D.F.: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HIDAKA, H., EIDA, T., TAKIZAWA, T., TOKUNAGA, T. y TASHIRO, Y., 1986. Effects of Fructooligosaccharides on Intestinal Flora and Human Health. *Bifidobacteria and Microflora*, vol. 5, no. 1, ISSN 0286-9306, 1884-5126. DOI 10.12938/bifidus1982.5.1_37.

HILL, C., GUARNER, F., REID, G., GIBSON, G.R., MERENSTEIN, D.J., POT, B., MORELLI, L., CANANI, R.B., FLINT, H.J., SALMINEN, S., CALDER, P.C. y SANDERS, M.E., 2014. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, vol. 11, no. 8, ISSN 1759-5045, 1759-5053. DOI 10.1038/nrgastro.2014.66.

HUSSAIN, I., RAHMAN, A. y ATKINSON, N., 2009. Quality Comparison of Probiotic and Natural Yogurt. *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 8, no. 1, ISSN 16805194. DOI 10.3923/pjn.2009.9.12.

INACAL, 2014. *Norma Técnica Peruana para Leche y productos lácteos. NTP 202.092. Leches fermentadas. Yogur. Requisitos.* 2014. S.l.: s.n.

J. YEBOAH, P., D. WIJEMANNA, N., S. EDDIN, A., L. WILLIAMS, L. y A. IBRAHIM, S., 2023. Lactic Acid Bacteria: Review on the Potential Delivery System as an Effective Probiotic. *Food Science and Nutrition* [en línea]. S.l.: IntechOpen, [consulta: 18 diciembre 2023]. vol. 1. ISBN 978-1-83768-092-4. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/87301>.

KAMP, L., HARTUNG, J., MAST, B. y GRAEFF-HÖNNINGER, S., 2019. Plant growth, tuber yield formation and costs of three different propagation methods of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Industrial Crops and Products*, vol. 132, ISSN 09266690. DOI 10.1016/j.indcrop.2019.02.006.

KAUR SIDHU, M., LYU, F., SHARKIE, T.P., AJLOUNI, S. y RANADHEERA, C.S., 2020. Probiotic Yogurt Fortified with Chickpea Flour: Physico-Chemical Properties and Probiotic Survival during Storage and Simulated Gastrointestinal Transit. *Foods*, vol. 9, no. 9, ISSN 2304-8158. DOI 10.3390/foods9091144.

KELLOW, N.J., COUGHLAN, M.T. y REID, C.M., 2014. Metabolic benefits of dietary prebiotics in human subjects: a systematic review of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*, vol. 111, no. 7, ISSN 0007-1145, 1475-2662. DOI 10.1017/S0007114513003607.

KHANGWAL, I. y SHUKLA, P., 2019. Potential prebiotics and their transmission mechanisms: Recent approaches. *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 27, no. 3, ISSN 10219498. DOI 10.1016/j.jfda.2019.02.003.

KHURANA, H. y KANAWJIA, S., 2007. Recent Trends in Development of Fermented Milks. *Current Nutrition & Food Science*, vol. 3, no. 1, ISSN 15734013. DOI 10.2174/1573401310703010091.

KROGER, M., 1976. Quality of Yogurt. *Journal of Dairy Science*, vol. 59, no. 2, ISSN 00220302. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(76)84208-7.

LACHMAN, J., FERNÁNDEZ, E.C. y ORSÁK, M., 2003. Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use - a review. *Plant, Soil and Environment*, vol. 49, no. 6, ISSN 12141178, 18059368. DOI 10.17221/4126-PSE.

LACHMAN, J., FERNÁNDEZ, E.C., VIEHMANNOVÁ, I., ŠULC, M. y ÈEPKOVÁ, P., 2007. Total phenolic content of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) rhizomes, leaves, and roots affected by genotype. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, vol. 35, no. 1, ISSN 0114-0671, 1175-8783. DOI 10.1080/01140670709510175.

LEÓN, J. y INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, 1964. Plantas alimenticias andinas. *Boletín Técnico* [en línea], vol. 6, Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/plantas-alimenticias-andinas/oclc/318233397>.

LÓPEZ, A., 2003. *Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas*. S.I.: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). ISBN 1020-4334.

LUDEÑA, F.E., 2022. *Caracterización fisicoquímica microbiológica y sensorial de un producto fermentado tipo Yogurt a base de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)* [en línea]. Lima, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5288>.

MACFARLANE, G.T. y MACFARLANE, S., 2011. Fermentation in the Human Large Intestine: Its Physiologic Consequences and the Potential Contribution of Prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*, vol. 45, ISSN 0192-0790. DOI 10.1097/MCG.0b013e31822fecfe.

MAKI, K.C. y PHILLIPS, A.K., 2015. Dietary Substitutions for Refined Carbohydrate That Show Promise for Reducing Risk of Type 2 Diabetes in Men and Women^{1–3}. *The Journal of Nutrition*, vol. 145, no. 1, ISSN 00223166. DOI 10.3945/jn.114.195149.

MANRIQUE, I., BLAS, R. y GONZALES, R., 2014. Producción de semillas en yacón (*Smallanthus Sonchifolius* (Poepp. & Endl.)) mediante técnicas de polinización controladas. *Ecología Aplicada*, vol. 13, no. 2, ISSN 1726-2216.

MANRIQUE, I., HERMANN, M. y BERNET, T., 2004. *Yacón. Ficha técnica* [en línea]. 2004. S.I.: CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). Disponible en: www.cipotato.org/artc/cipcrops/fichatecnicyacon.pdf.

MANRIQUE, Iván., PARRAGA, A. y HERMANN, M., 2005. *Jarabe de yacón: principios y procesamiento* [en línea]. Lima, Perú: Centro Internacional de la

Papa. ISBN 978-92-9060-249-1. Disponible en: https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/1919-Jarabe_Yacon.pdf.

MANSILLA S., R.C., LÓPEZ B., C., BLAS S., R., CHIA W., J. y BAUDOIN, J., 2006. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD MOLECULAR DE UNA COLECCIÓN PERUANA DE *Smallanthus sonchifolius* (Poepp & Endl) H. Robinson "YACÓN". *Ecología Aplicada*, vol. 5, no. 1-2, ISSN 1993-9507, 1726-2216. DOI 10.21704/rea.v5i1-2.320.

MARCO, M.L., SANDERS, M.E., GÄNZLE, M., ARRIETA, M.C., COTTER, P.D., DE VUYST, L., HILL, C., HOLZAPFEL, W., LEBEER, S., MERENSTEIN, D., REID, G., WOLFE, B.E. y HUTKINS, R., 2021. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, vol. 18, no. 3, ISSN 1759-5045, 1759-5053. DOI 10.1038/s41575-020-00390-5.

MARKOWIAK, P. y ŚLIŻEWSKA, K., 2017. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. *Nutrients*, vol. 9, no. 9, ISSN 2072-6643. DOI 10.3390/nu9091021.

MARTÍ DEL MORAL, A., CALVO, C. y MARTÍNEZ, A., 2020. Ultra-processed food consumption and obesity—a systematic review. *Nutrición Hospitalaria* [en línea], [consulta: 17 noviembre 2023]. ISSN 1699-5198, 0212-1611. DOI 10.20960/nh.03151.

Disponible en: <https://www.nutricionhospitalaria.org/articles/03151/show>.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C. y FRÍAS, J., 2014. Production and Bioactivity of Oligosaccharides in Plant Foods. En: F.J. MORENO y M.L. SANZ (eds.), *Food Oligosaccharides* [en línea]. 1. S.I.: Wiley, pp. 35-54. [consulta: 19 noviembre 2023]. ISBN 978-1-118-42649-4. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118817360.ch3>.

MBYE, M., BAIG, M.A., ABUQAMAR, S.F., EL-TARABILY, K.A., OBAID, R.S., OSAILI, T.M., AL-NABULSI, A.A., TURNER, M.S., SHAH, N.P. y AYYASH, M.M., 2020. Updates on understanding of probiotic lactic acid bacteria responses to environmental stresses and highlights on proteomic analyses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 19, no. 3, ISSN 1541-4337, 1541-4337. DOI 10.1111/1541-4337.12554.

MELJEM, J., 1995. *NOM-116-SSA1-1994: Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico* [en línea]. 1995. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC013501/>.

MENDES, A.H.D.L., DIONÍSIO, A.P., MOUTA, C.F.H., ABREU, F.A.P.D., PINTO, C.O., GARRUTI, D.D.S. y ARAÚJO, I.M., 2019. Sensory acceptance and characterization of yoghurt supplemented with yacon syrup and cashew apple extract as a source of bioactive compounds. *Brazilian Journal of Food Technology*, vol. 22, ISSN 1981-6723. DOI 10.1590/1981-6723.15318.

MENZA, V. y PROBART, C., 2013. *Alimentarnos bien para estar sanos*. Roma, Italia: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). ISBN 978-92-5-107610-1.

MONTALDO, A., 1972. *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales* [en línea]. Lima: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Disponible en: <https://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000003585>.

MUÑOZ, A.M., BLANCO, T., SERVÁN, K. y ALVARADO-ORTIZ, C., 2006. *Evaluación del contenido nutricional de yacón (Polimnia sonchifolia) procedente de sus principales zonas de producción nacional* [en línea]. Lima, Perú: s.n. vol. 6. Disponible en: <https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/230>.

MURAKAMI, K., SASAKI, S., OKUBO, H., TAKAHASHI, Y., HOSOI, Y., ITABASHI, M., y FRESHMEN IN DIETETIC COURSES STUDY II GROUP, 2007. Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18–20 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 61, no. 8, ISSN 0954-3007, 1476-5640. DOI 10.1038/sj.ejcn.1602610.

NATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE FOR INDUSTRIAL ECOLOGY, STOICA, C., BANCIU, A.R. y NITA-LAZAR, M., 2021. The detection of bacterial viability - a path for sensing devices. *Book of Abstracts SIMI 2021* [en línea]. S.l.: National Research and Development institute for Industrial Ecology, pp. 89-90. [consulta: 24 noviembre 2023]. DOI 10.21698/simi.2021.ab36. Disponible en: <http://www.simiecoind.ro/wp-content/uploads/2021/10/36.pdf>.

NEVES, V.A. y DA SILVA, M.A., 2007. Polyphenol Oxidase from Yacon Roots (*Smallanthus sonchifolius*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 55, no. 6, ISSN 0021-8561, 1520-5118. DOI 10.1021/jf063148w.

NIETO, C., 1991. Estudios agronómicos y bromatológicos en Jicama. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 41, no. 2,

NIGHSWONGER, B.D., BRASHEARS, M.M. y GILLILAND, S.E., 1996. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in Fermented Milk Products During Refrigerated Storage. *Journal of Dairy Science*, vol. 79, no. 2, ISSN 00220302. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(96)76353-1.

OH, S., 2019. *Lactobacillus acidophilus* as a Probiotics. *Journal of Milk Science and Biotechnology*, vol. 37, no. 3, ISSN 2384-0269, 2508-3635. DOI 10.22424/jmsb.2019.37.3.155.

OHYAMA, T., ITO, O., YASUYOSHI, S., IKARASHI, T., MINAMISAWA, K., KUBOTA, M., TSUKIHASHI, T. y ASAMI, T., 1990. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 36, no. 1, ISSN 0038-0768, 1747-0765. DOI 10.1080/00380768.1990.10415724.

OJANSIVU, I., FERREIRA, C.L. y SALMINEN, S., 2011. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 22, no. 1, ISSN 09242244. DOI 10.1016/j.tifs.2010.11.005.

OLSON, D.W. y ARYANA, K.J., 2008. An excessively high *Lactobacillus acidophilus* inoculation level in yogurt lowers product quality during storage. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 41, no. 5, ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2007.05.017.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2016. *Global report on diabetes* [en línea]. Geneva: World Health Organization. [consulta: 18 noviembre 2023]. ISBN 978-92-4-156525-7. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/204871>.

ÖZER, D., AKIN, S. y ÖZER, B., 2005. Effect of Inulin and Lactulose on Survival of *Lactobacillus Acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium Bifidum* BB-02 in *Acidophilus-Bifidus* Yoghurt. *Food Science and Technology International*, vol. 11, no. 1, ISSN 1082-0132, 1532-1738. DOI 10.1177/1082013205051275.

OZTURKOGLU-BUDAK, S., AKAL, H.C., BURAN, İ. y YETIŞEMİYEN, A., 2019. Effect of inulin polymerization degree on various properties of synbiotic fermented milk including *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12. *Journal of Dairy Science*, vol. 102, no. 8, ISSN 00220302. DOI 10.3168/jds.2019-16479.

PADILHA, V.M., ANDRADE, S.A.C., VALENCIA, M.S., STAMFORD, T.L.M. y SALGADO, S.M., 2017. Optimization of synbiotic yogurts with yacon pulp (*Smallanthus sonchifolius*) and assessment of the viability of lactic acid bacteria. *Food Science and Technology*, vol. 37, no. 2, ISSN 1678-457X, 0101-2061. DOI 10.1590/1678-457x.14016.

PARRA H., R., 2014. Efecto de la adición de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogur durante el almacenamiento bajo refrigeración. *limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, vol. 12, no. 1,

PAZMIÑO, M., 2014. *Aprovechamiento de los principios activos del Yacón (Smallanthus Sonchifolius), para la elaboración de yogurt rico en FOS (Fructooligosacáridos)* [en línea]. S.l.: Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7198>.

PEDRESCHI, R., CAMPOS, D., NORATTO, G., CHIRINOS, R. y CISNEROS-ZEVALLOS, L., 2003. Andean Yacon Root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) Fructooligosaccharides as a Potential Novel Source of Prebiotics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, no. 18, ISSN 0021-8561, 1520-5118. DOI 10.1021/jf0344744.

PINEIRO, M., ASP, N.-G., REID, G., MACFARLANE, S., MORELLI, L., BRUNSER, O. y TUOHY, K., 2008. FAO Technical Meeting on Prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*, vol. 42, no. Supplement 3, ISSN 0192-0790. DOI 10.1097/MCG.0b013e31817f184e.

RAMCHANDRAN, L. y SHAH, N.P., 2010. Characterization of functional, biochemical and texture properties of synbiotic low-fat yogurts during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 43, no. 5, ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2010.01.012.

RAMOS, R., 2007. *Estudio químico-bromatológico de algunas variedades de yacón (Smallanthus sonchifolius) (Poepp & Endl) H. Robinson. de la provincia de Sandía-Puno*. 2007. S.I.: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

REYES, M., GÓMEZ-SANCHEZ, I. y ESPINOZA, C., 2017. *Tablas peruanas de composición de alimentos* [en línea]. Décima. Lima, Perú: Instituto Nacional de Salud. ISBN 978-612-310-117-6. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

REZAZADEH, L., ALIPOUR, B., JAFARABADI, M.A., BEHROOZ, M. y GARGARI, B.P., 2021. Daily consumption effects of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* La5 and *Bifidobacterium lactis* Bb12 on oxidative stress in metabolic syndrome patients. *Clinical Nutrition ESPEN*, vol. 41, ISSN 24054577. DOI 10.1016/j.clnesp.2020.12.003.

ROBERFROID, M., 2007. Prebiotics: The Concept Revisited1,. *The Journal of Nutrition*, vol. 137, no. 3, ISSN 00223166. DOI 10.1093/jn/137.3.830S.

ROBERFROID, M., GIBSON, G.R., HOYLES, L., MCCARTNEY, A.L., RASTALL, R., ROWLAND, I., WOLVERS, D., WATZL, B., SZAJEWSKA, H., STAHL, B., GUARNER, F., RESPONDEK, F., WHELAN, K., COXAM, V., DAVICCO, M.-J., LÉOTOING, L., WITTRANT, Y., DELZENNE, N.M., CANI, P.D., NEYRINCK, A.M. y MEHEUST, A., 2010. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *British Journal of Nutrition*, vol. 104, no. S2, ISSN 0007-1145, 1475-2662. DOI 10.1017/S0007114510003363.

ROMERO, C., 2016. Sustitución de sólidos no grasos lácteos por harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en helados de crema. *Universidad de La Salle* [en línea], Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/46/.

ROOTS AND TUBERS: Yacón [en línea], 1989. Washington, DC: National Academy Press. ISBN 0-309-04264-X. Disponible en: <https://www.nap.edu/read/1398/chapter/13>.

ROY, D., 2005. Technological aspects related to the use of bifidobacteria in dairy products. *Le Lait*, vol. 85, no. 1-2, ISSN 0023-7302, 1297-9694. DOI 10.1051/lait:2004026.

- RUIZ RIVERA, J.A. y RAMIREZ MATHEUS, A.O., 2009. Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Rev. Fac. Agron. [online]*, vol. 26, no. 2, ISSN 0378-7818.
- SAFFORD, W.E., 1917. Food plants and textiles of ancient America. *Proceedings Second Pan- American Scientific Congress*. Washington: s.n., pp. 146-159. vol. 1.
- SAHADEVA, R.P.K., LEONG, S.F., CHUA, K.H., TAN, C.H., CHAN, H.Y., TONG, E.V., WONG, S. y CHAN, H.K., 2011. Survival of commercial probiotic strains to pH and bile. *International Food Research Journal*, vol. 18, no. 4,
- SAMONA, A. y ROBINSON, R.K., 1994. Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks. *International Journal of Dairy Technology*, vol. 47, no. 2, ISSN 1364-727X, 1471-0307. DOI 10.1111/j.1471-0307.1994.tb01273.x.
- SANCHO, J., BOTA, E. y DE CASTRO, J.J., 1999. *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. 1. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona. vol. 4. ISBN 84-8338-052-8.
- SANDERS, M.E., MERENSTEIN, D.J., REID, G., GIBSON, G.R. y RASTALL, R.A., 2019. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, vol. 16, no. 10, ISSN 1759-5045, 1759-5053. DOI 10.1038/s41575-019-0173-3.
- SANEZ FALCÓN, L., 2012. *FISICO QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS* [en línea]. 2012. S.l.: s.n. Disponible en: [http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_ Investigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_SANEZ% 20FALCON_FIQ/FINAL% 20PARTE](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_ Investigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_SANEZ%20FALCON_FIQ/FINAL%20PARTE).
- SCHOLZ-AHRENS, K.E., SCHAAFSMA, G., VAN DEN HEUVEL, E.G. y SCHREZENMEIR, J., 2001. Effects of prebiotics on mineral metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 73, no. 2, ISSN 00029165. DOI 10.1093/ajcn/73.2.459s.
- SEMINARIO, J., 2004. Origen de las Raíces Andinas (1). *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación*

para el desarrollo (1993-2003) [en línea]. Lima, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE; PAPA, CENTRO INTERNACIONAL DE LA; COOPERACIÓN, AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN, pp. 1-38. vol. 6. ISBN 92-9060-233-3. Disponible en: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/00_Presentacion.pdf.

SEMINARIO, J., VALDERRAMA, M. y MANRIQUE, I., 2003. *El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio* [en línea]. Lima, Perú: s.n. Disponible en: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf.

SHAH, N.P., LANKAPUTHRA, W.E.V., BRITZ, M.L. y KYLE, W.S.A., 1995. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated storage. *International Dairy Journal*, vol. 5, no. 5, ISSN 09586946. DOI 10.1016/0958-6946(95)00028-2.

SILVA, M.D.F.G.D., DIONÍSIO, A.P., ABREU, F.A.P.D., BRITO, E.S.D., WURLITZER, N.J., SILVA, L.M.A.E., RIBEIRO, P.R.V., RODRIGUES, S., TANIGUCHI, C.A.K. y PONTES, D.F., 2018. Evaluation of nutritional and chemical composition of yacon syrup using ¹H NMR and UPLC-ESI-Q-TOF-MSE. *Food Chemistry*, vol. 245, ISSN 03088146. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.11.092.

SLAVIN, J., 2013. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, vol. 5, no. 4, ISSN 2072-6643. DOI 10.3390/nu5041417.

TEUBER, 1995. The influence of fermentation on the nutritional quality of dairy products. *The world ingredients*,

TINSON, W., BROOME, M.C., HILLIER, A.J. y JAGO, G.R., 1982. Metabolism of *Streptococcus thermophilus*. 2. Production of CO₂ and NH₃ from urea. *Australian Journal of Dairy Technology*, vol. 37,

TITTEL, C., 1986. *L. P. 1286 in Rudolf Mansfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen)*. Berlin: Akademie-Verlag. vol. 3.

TORRES, A., 1989. *Recuperabilidad de bacterias lácticas viables en yogurt con frutas, en diferentes medios de cultivo*. Venezuela: Universidad Simón Bolívar.

TOWLE, M., 1961. *The ethnobotany of pre-columbian Peru*. Chicago: Aldine Publishing Company, pp. 180.

VENTURA, M., TURRONI, F., LUGLI, G.A. y VAN SINDEREN, D., 2014. Bifidobacteria and humans: our special friends, from ecological to genomics perspectives: Bifidobacteria and human host. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 94, no. 2, ISSN 00225142. DOI 10.1002/jsfa.6356.

VEREDIANO, T.A., VIANA, M.L., DAS GRAÇAS VAZ TOSTES, M., DE OLIVEIRA, D.S., DE CARVALHO NUNES, L. y COSTA, N.M., 2020. Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) prevented inflammation, oxidative stress, and intestinal alterations in an animal model of colorectal carcinogenesis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 100, no. 15, ISSN 0022-5142, 1097-0010. DOI 10.1002/jsfa.10595.

VIEIRA, N.M., DIONISIO, A.P., GOES, T.D.S., ARAÚJO, I.M.D.S. y WILANE DE FIGUEIREDO, R., 2018. Otimização do tratamento ácido do yacon para inativação das polifenoloxidasas com manutenção de suas propriedades funcionais. *Brazilian Journal of Food Technology* [en línea], vol. 21, no. 0, [consulta: 23 noviembre 2023]. ISSN 1981-6723. DOI 10.1590/1981-6723.06316. Disponible en:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100424&lng=pt&tlng=pt.

VILHENA, S., CAMARA, F. y KAKIHARA, S., 2000. O cultivo de yacon no Brasil. *Horticultura Brasileira* [en línea], Disponible en: <https://www.scielo.br/j/hb/a/QVgWyq576zk99x96BpcszLg/?lang=pt&format=pdf>.

VYAS, N., NAIR, S., RAO, M. y MIRAJ, S.S., 2019. Childhood Obesity and Diabetes: Role of Probiotics and Prebiotics. *Global Perspectives on Childhood Obesity* [en línea]. S.l.: Elsevier, pp. 363-376. [consulta: 18 noviembre 2023]. ISBN 978-0-12-812840-4. Disponible en:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128128404000293>.

WATTS, B.M., YLIMAKI, G.L., JEFFERY, L.E. y ELÍAS, L.G., 1992. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos* [en línea]. Ottawa, Ontario, Canadá: s.n. ISBN 0-88936-564-4. Disponible en: <https://bvssan.incap.int/local/D/aaa03104>.

WILEY-BLACKWELL, 2010. Inulin. En: A. IMESON (ed.), *Food Stabilisers Thickeners and Gelling Agents* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 180-197. Disponible en: <http://blog.ub.ac.id/fawzy/files/2013/07/Food-Stabilizer.pdf>.

WOLLOWSKI, I., RECHKEMMER, G. y POOL-ZOBEL, B.L., 2001. Protective role of probiotics and prebiotics in colon cancer. *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 73, no. 2, ISSN 00029165. DOI 10.1093/ajcn/73.2.451s.

XANTHOPOULOS, V., PETRIDIS, D. y TZANETAKIS, N., 2001. Characterization and Classification of *Streptococcus Thermophilus* and *Lactobacillus Delbrueckii* Subsp. *Bulgaricus* Strains Isolated from Traditional Greek Yogurts. *Journal of Food Science*, vol. 66, no. 5, ISSN 0022-1147, 1750-3841. DOI 10.1111/j.1365-2621.2001.tb04632.x.

YACOVLEFF, E., 1933. La jiquima, raíz comestible existiendo en el Perú. . Lima: Museo Nacional, pp. 51-66.

YAMASHITA, K., KAWAI, K. y ITAKURA, M., 1984. Effects of fructo-oligosaccharides on blood glucose and serum lipids in diabetic subjects. *Nutrition Research*, vol. 4, no. 6, ISSN 02715317. DOI 10.1016/S0271-5317(84)80075-5.

YAN, M.R., WELCH, R., RUSH, E.C., XIANG, X. y WANG, X., 2019. A Sustainable Wholesome Foodstuff; Health Effects and Potential Dietotherapy Applications of Yacon. *Nutrients*, vol. 11, no. 11, ISSN 2072-6643. DOI 10.3390/nu11112632.

YAN, X., SUZUKI, M., OHNISHI-KAMEYAMA, M., SADA, Y., NAKANISHI, T. y NAGATA, T., 1999. Extraction and Identification of Antioxidants in the Roots of Yacon (*Smallanthus s onchifolius*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 47, no. 11, ISSN 0021-8561, 1520-5118. DOI 10.1021/jf981305o.

YONG, A.K.L., LAI, K.W., MOHAMAD GHAZALI, H., CHANG, L.S. y PUI, L.P., 2020. Microencapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 with mannitol. *Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, ISSN 2672-7277. DOI 10.35118/apjmbb.2020.028.2.04.

YORUK, R. y MARSHALL, M.R., 2003. PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND FUNCTION OF PLANT POLYPHENOL OXIDASE: A REVIEW. *Journal of Food Biochemistry*, vol. 27, no. 5, ISSN 0145-8884, 1745-4514. DOI 10.1111/j.1745-4514.2003.tb00289.x.

YUANITA, L., WIKANDARI, P.R., DPRASTIWI, AVANDI, R.I., SABTIAWAN, W.B., SARI, D.A.P., PURNAMA, E.R. y MAULIDAH, E.Y., 2021. Natural Inhibitors to Increase the Antioxidant Activity of Yacon Tubers Syrup. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1747, no. 1, ISSN 1742-6588, 1742-6596. DOI 10.1088/1742-6596/1747/1/012041.

ZARDINI, E., 1991. Ethnobotanical notes on "Yacon," *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Economic Botany*, vol. 45, no. 1, ISSN 0013-0001, 1874-9364. DOI 10.1007/BF02860051.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 35: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicadores	Método
General	General	General			
¿Cuál es el efecto de la adición de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (<i>Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12®</i> y <i>Lactobacillus acidophilus LA-5®</i>) durante el almacenamiento en refrigeración?	Evaluar el efecto de la adición de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en sus características sensoriales, fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (<i>Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12®</i> y <i>Lactobacillus acidophilus LA-5®</i>) durante el almacenamiento en refrigeración.	Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales, características fisicoquímicas y viabilidad de bacterias probióticas (<i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®</i> y <i>Lactobacillus acidophilus LA-5®</i>) durante el almacenamiento en refrigeración.	Porcentaje de adición de jarabe de yacón	0% (control) 3.5% 5% 10% 15% 20%	Gravimetría
Específicos	Específicos	Específicos			
¿Cuál es el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento)?	Evaluar el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento).	Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características sensoriales (prueba de grado de satisfacción y ordenamiento)	Características sensoriales de un yogur probiótico	Sabor consistencia Aroma Color Aceptación general	Prueba de grado de satisfacción Prueba de ordenamiento
¿Cuál es el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración?	Evaluar el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración.	Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y sus características fisicoquímicas (pH, acidez valorable y color) durante el almacenamiento en refrigeración.	Características fisicoquímicas de un yogur probiótico durante almacenamiento	pH Acidez valorable Color	AOAC 981.12 ISO/TS 11869 IDF 150 (HERNÁNDEZ 2004)
¿Cuál es el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en la viabilidad de bacterias probióticas (<i>Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12®</i> y <i>Lactobacillus acidophilus LA-5®</i>) durante el almacenamiento en refrigeración?	Evaluar el efecto de la adición de 3.5%, 5%, 10%, 15% y 20% de jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) a un yogur batido, en la viabilidad de bacterias probióticas (<i>Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12®</i> y <i>Lactobacillus acidophilus LA-5®</i>) durante el almacenamiento en refrigeración.	Existe efecto entre una mayor adición de jarabe de yacón a un yogur batido y la viabilidad de bacterias probióticas (<i>Bifidobacterium animalis subsp lactis BB-12®</i> y <i>Lactobacillus acidophilus LA-5®</i>) durante el almacenamiento en refrigeración.	Viabilidad de bacterias probióticas de un yogur durante almacenamiento	Recuento en placas	ISO 20128-2006 ISO 29981-2010

Fuente: Los autores, 2024

Anexo 2: Boleta de compra leche cruda



Datos del documento
Tipo de documento: BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
Serie y correlativo: BV04-00006606
Fecha: 06-12-2023
Hora: 00:00:00

Datos del emisor	Adquiriente / Usuario
RUC: 20147897406 Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA Dirección: Av. La Molina S/N La Molina - Lima Sucursal: Casa Matriz Telefono:	Identificación: DNI - DOCUMENTO DE NACIONAL DE IDENTIDAD Número de identificación: 71941683 Nombre: TASAYCO MEDINA DAVID EDUARDO Dirección: ,,,,PE

Cantidad	Unidad	Código	Código SUNAT	Descripción	Valor unitario	Precio unitario	Importe
12.000	KGM		0	LECHE CRUDA A GRANEL	S/ 3.50	S/ 3.50	S/ 42.00

Información adicional

Total impuestos
Total IGV : S/ 0.00

Monto en letra: CUARENTA Y DOS Y 00/100 SOLES

Totales del documento
Total Exoneradas: S/ 42.00
Importe total de la venta: S/ 42.00



Representación impresa del comprobante electrónico
Puede descargar su comprobante desde el sitio:
<https://factura.thefactoryhka.com.pe/consultadocumentos>

Anexo 3: Especificaciones técnicas del cultivo ABY-3



ABY-3

Información de Producto

Versión: 7 PI EU ES 10-03-2023

Descripción

Cultivo termófilo ácido láctico. Contiene las cepas probióticas documentadas BB-12[™] y LA-5[™]. Las cepas tienen una larga historia de uso seguro. .

Composición del cultivo:

Bifidobacterium species
Lactobacillus acidophilus
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus
Streptococcus thermophilus

No Material: 713603
Tamaño: 30X50 U
Tipo: Sobre (s) en caja

Color: Blanco a ligeramente rojizo o marrón
Formato: FD-DVS
Aspecto Físico: Granulado

Almacenaje y manipulación

< -18 °C / < 0 °F

Vida útil

Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones. A +5 °C (41°F) la caducidad es de como mínimo 6 semanas.

Aplicación

Uso

El cultivo producirá yogur y productos lácteos fermentados con mucho cuerpo, aroma muy suave y muy baja post-acidificación. Adecuado para yogures firmes, batidos y líquidos.

Dosis de inoculación recomendada

Cantidad de leche a inocular	250 l/ 70 gal	1,000 l/ 300 gal	2,500 l/ 700 gal
Cantidad de cultivo DVS	50 U	200 U	500 U

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

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

Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. **No descongelar** Desinfectar el envase antes de abrir. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación depende de la aplicación en la que se va a utilizar el cultivo. Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

www.chr-hansen.com

Página: 1 (4)

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

ABY-3

Información de Producto
Versión: 7 PI EU ES 10-03-2023

Etiquetado

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

El etiquetado con el nombre de las cepas probióticas es posible previo acuerdo de utilización de marca registrada. Por favor, consulte con su representante local para más información.

Marcas comerciales

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

Servicio técnico

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

Información GMO

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

ABY-3 no es un alimento GM (modificado genéticamente) *.

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

Como tal, el etiquetado GM no es requerido para ABY-3 o el alimento que se utiliza para producir **. Además, el producto no contiene ninguna materia prima con la etiqueta GM.

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

** Reglamento (CE) n° 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2003, relativo a la trazabilidad y el etiquetado de organismos modificados genéticamente y la trazabilidad de alimentos y piensos producidos a partir de organismos modificados genéticamente y por la que se modifica la Directiva 2001/18/CE.

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

ABY-3

Información de Producto

Versión: 7 PI EU ES 10-03-2023

Información sobre Alergenos

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

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

Anexo 4: Datos fisicoquímicos jarabe de yacón



Andean Roots S.R.L. Hacienda Canchacalla, Carretera Central
Huánuco-Lima, Km 40, Ambo Huánuco. Tel: 511-970971130,
511-992945580
www.andeanroots.com.pe info@andeanroots.com.pe
a.valladolid@andeanroots.com.pe

TECNICAL DATA SHEET

PRODUCT	:	100% Organic Yacon Syrup (100% Organic Yacon Concentrated Juice)
PRESENTATION	:	Syrup
PLANT PART USED	:	Roots
BOTANICAL NAME	:	Smallanthus sonchifolius
ROOT SIZE	:	>10 cm
COMPOSITION	:	Yacon roots: 100%
PACKING	:	Bulk in HDP container: 11 lb (~5 kg), 66 lb (~30 kg). Glass containers: 0.55 lb (~250 g), 1.1 lb (~500 g).

PHYSICAL CHARACTERISTICS

ASSAY	SPECIFICATIONS	METHOD
Appearance	Viscous liquid	Organoleptic
Color	Dark brown	Organoleptic
Odor	Characteristic	Organoleptic
Taste	Typical; sweet	Organoleptic

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS

ASSAY	SPECIFICATIONS	METHOD
Soluble solids	72 ± 1 degrees Brix	NMX -F -103-1982 Food - fruits and derivatives. Determination of degrees brix
FOS (Fructooligosacarides)	>= 30 %	AOAC Method 999.03, AOAC Method 32.32 Codex Type II Method
pH	Between 5 and 6	AOAC Method 981.12

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS

ASSAY	SPECIFICATIONS	METHOD
Aerobic mesophilic bacteria count (CFU/g)	< 1 000 cfu/g	AOAC Official Method 990.12 Aerobic Plate Count in Foods Dry Rehydratable Film Method (Petrifilm Aerobic Count Plate).
Enterobacteriaceae (CFU/g)	<1	ICMSF. Microorganisms in Food. Its meaning and methods enumeration. P. 147-150. 1983. 2d ed. 2000 Reprint. Enterobacteriaceae. Count by plating.
Osmophilic Yeasts (CFU/g)	<10	ICMSF. Microorganisms food. Its meaning and enumeration methods P. 166-167, 2nd Ed. 1983 Reprint 2000.
Mould (CFU/g)	<10	AOAC official method 997.02 Combined mold and yeast count

NUTRITION FACTS (Serving Size 100g)

ASSAY	SPECIFICATIONS	METHOD
Protein (%)	< 3.0	AOAC 920.87 On line, 19th Ed.2012 protein (Total) in flour
Carbohydrate (%)	> 60.0	For calculation
Fat (%)	< 0.3	AOAC 945.18 A. On line, 19th Ed.2012 cereal adjunct: crude fat and Ether Extract

*This analysis has an additional cost, if required for each lot should consult



HEAVY METALS

ASSAY	SPECIFICATIONS	METHOD
Lead	Not more than 1 ppm	Mercury, Lead and Arsenic. NOM – 117 – SSA1 – 1994 Goods and services. Test methods for the determination of Cadmium, Arsenic, Lead, Iron, Zinc and Mercury in food, drinking water and purified water by atomic absorption spect.
Arsenic	Not more than 0.1 ppm	
cadmium	Not more than 1 ppm	
Mercury	Not more than 0.1 ppm	

*This analysis has an additional cost, if required for each lot should consult

PESTICIDES RESIDUES

ASSAY	SPECIFICATIONS	METHOD
Total pesticides	Negative	Determination of multiresidues of pesticides for LC-MS/MS in fruits, vegetables, liquids, soils, substrata, and food, include you those with high place contained in fats. Determination of multiresidues of pesticides for GC-MS in fruits, vegetables, liquids, soils, substrata, and food, include you those with high place contained in fats.

*This analysis has an additional cost, if required for each lot should consult

LABELED

Logo labeling indicating the weight, the product, batch number, date of production and expiration date

INTENDED CONSUMER'S USE

It is used as super food, functional food, and nutritional supplement

SHELF LIFE

2 years in cool dry ambient storage (below 70 degrees Fahrenheit).
Once the container is opened, the entire product must be consumed or it must be stored in refrigeration below 45 degrees Fahrenheit

TRANSPORT CONDITIONS

It should be transported under suitable health conditions, in cool and dry place, free or plagues and strong or disagreeably odours

STORAGE CONDITIONS

It should be stored under suitable health conditions, over pallets in cool and dry place and without strong or disagreeably odours away from heat and direct exposure to sunlight. The warehouse should be free from plagues. Keep container tightly closed. Temperature 20-25°C and relative humidity between 45-65%.

PLANT CAPACITY

12 TM/MONTH



Anexo 5: Permiso del laboratorio para usar instalaciones



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(*Universidad del Perú, Decana de América*)
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE SALUD ANIMAL Y SALUD PÚBLICA
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA Y SALUD AMBIENTAL



San Borja, 15 de Setiembre del 2023

Rossana Silva Aguilar
Directora Administrativo FMV –UNMSM
Presente.-

Asunto: Autorización de ingreso de tesis a LSPSA

Es grato dirigirme a Ud. Para saludarla y a la vez solicitarle se realicen las gestiones necesarias para que se permita el ingreso de los tesisistas: TASAYCO MEDINA, David Eduardo (DNI: 71941683) y VILLAFANA GOMEZ, Lorena Milagros (DNI: 46103595), al Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental, durante todos los meses de setiembre y octubre (incluyendo sábado, domingos y feriados) para el desarrollo de su tesis de pregrado titulada *“ADICIÓN DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) EN UN YOGUR BATIDO Y EL EFECTO EN SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FÍSICOQUÍMICAS Y VIABILIDAD DE BACTERIAS PROBIÓTICAS (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12® y *Lactobacillus acidophilus* LA-5®) DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN”*

Agradeciendo la atención que dispense a la presente, sirva autorizar las gestiones pertinentes.

Atentamente,

Dra. Daphne Ramos Delgado
Responsable de Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental

Anexo 6: Instrumentos de recolección de datos

Nombre: _____ Apellido: _____

Sexo: M / F Edad: _____ Provincia: _____ Distrito: _____

¿Cuál es el nivel educativo más alto que usted ha alcanzado? (RESPUESTA ÚNICA)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Secundaria incompleta | <input type="checkbox"/> Universitaria completa |
| <input type="checkbox"/> Secundaria completa | <input type="checkbox"/> Maestría incompleta |
| <input type="checkbox"/> Técnica superior incompleta | <input type="checkbox"/> Maestría completa |
| <input type="checkbox"/> Técnica superior completa | <input type="checkbox"/> Doctorado incompleto |
| <input type="checkbox"/> Universitaria incompleta | <input type="checkbox"/> Doctorado completo |

¿Cuál de estas opciones describe mejor su situación laboral actual? (RESPUESTA ÚNICA)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Trabajo a tiempo parcial | <input type="checkbox"/> Actualmente solo estudio |
| <input type="checkbox"/> Trabajo a tiempo completo | <input type="checkbox"/> Me encuentro estudiando y trabajando |
| <input type="checkbox"/> Actualmente no trabajo | |

¿Qué tan frecuente describirías tu hábito de consumo de yogur? (RESPUESTA ÚNICA)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Diario | <input type="checkbox"/> 1 vez a la semana |
| <input type="checkbox"/> Inter diario | <input type="checkbox"/> 2 o 3 veces al mes |
| <input type="checkbox"/> 2 o 3 veces por semana | <input type="checkbox"/> Por lo menos 1 vez al mes |

Usted ha recibido seis muestras de yogur probiótico, debe probarlas, evaluar y llenar todo el formulario

Prueba de grado de satisfacción

Escriba un valor numérico comprendido en la escala hedónica que se le presenta, según su aceptación.

ESCALA	PUNTAJE
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta poco	3
Me es indiferente	4
Me gusta poco	5
Me gusta moderadamente	6
Me gusta mucho	7

Código						
Sabor						
Consistencia						
Aroma						
Color						

Prueba de ordenamiento

Ordenarlas de acuerdo con su preferencia, siendo 1 el valor de mayor preferencia y 6 el de menor preferencia. Escriba el código de las muestras en el orden que usted considere correspondiente. Enjuáguese la boca antes de cada degustación con el agua que se le presenta. No se permite empates.

	Orden de preferencia
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Comentarios: _____

¡ Gracias por tu colaboración !

Anexo 7: Datos de los panelistas

Tabla 36: Datos de los panelistas

Panelista	Sexo	Edad	Provincia	Distrito	¿Cuál es el nivel educativo más alto que usted ha alcanzado?	¿Cuál de estas opciones describe mejor su situación laboral actual?	¿Qué tan frecuente describirías tu hábito de consumo de yogur?
1	F	26	Lima	Carabayllo	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
2	F	25	Lima	San Borja	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Inter diario
3	F	23	Lima	Villa María del Triunfo	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Por lo menos 1 vez al mes
4	F	22	Lima	San Borja	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Inter diario
5	F	20	Lima	San Borja	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Por lo menos 1 vez al mes
6	F	23	Lima	San Borja	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
7	F	24	Lima	El Agustino	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Por lo menos 1 vez al mes
8	F	23	Lima	Jesús María	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	1 vez a la semana
9	M	21	Lima	San Juan de Miraflores	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
10	M	21	Lima	Comas	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
11	F	20	Lima	Ventanilla	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes
12	F	19	Lima	Ventanilla	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Por lo menos 1 vez al mes
13	F	24	Constitucion al del Callao	Callao	Secundaria completa	Me encuentro estudiando y trabajando	1 vez a la semana
14	M	20	Lima	El Agustino	Secundaria completa	Trabajo a tiempo parcial	2 o 3 veces al mes
15	M	18	Lima	Ate	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes

16	M	21	Lima	San Martín de Porres	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes
17	F	23	Lima	La Victoria	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	Por lo menos 1 vez al mes
18	M	20	Lima	La Victoria	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes
19	F	20	Lima	Lince	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
20	F	18	Lima	Chorrillos	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
21	F	33	Constitucion al del Callao	La Perla	Maestría incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	Por lo menos 1 vez al mes
22	M	26	Lima	Comas	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	2 o 3 veces al mes
23	F	25	Lima	Ate	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
24	M	25	Lima	Ate	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	2 o 3 veces por semana
25	M	29	Lima	San Juan de Miraflores	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	Inter diario
26	F	21	Lima	San Borja	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
27	M	26	Lima	San Juan de Lurigancho	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	1 vez a la semana
28	F	31	Lima	San Luis	Doctorado incompleto	Trabajo a tiempo completo	Por lo menos 1 vez al mes
29	F	47	Lima	San Borja	Secundaria completa	Trabajo a tiempo parcial	Inter diario
30	F	68	Lima	Magdalena	Técnica superior incompleta	Trabajo a tiempo completo	2 o 3 veces por semana
31	M	22	Lima	Ate	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
32	F	23	Lima	La Victoria	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
33	M	23	Lima	San Martín de Porres	Secundaria completa	Actualmente no estudio ni trabajo	1 vez a la semana
34	F	23	Lima	San Borja	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
35	M	22	Lima	La Victoria	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes

36	F	21	Lima	Villa María del Triunfo	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
37	M	21	Lima	Lima	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	2 o 3 veces por semana
38	F	22	Lima	San Juan de Lurigancho	Secundaria completa	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
39	F	25	Lima	San Luis	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
40	F	23	Lima	Lince	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces por semana
41	F	25	Lima	Ancón	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes
42	M	35	Lima	San Juan de Lurigancho	Doctorado incompleto	Me encuentro estudiando y trabajando	1 vez a la semana
43	M	23	Lima	San Juan de Lurigancho	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	1 vez a la semana
44	M	26	Lima	San Martín de Porres	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes
45	M	23	Lima	San Juan de Lurigancho	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	1 vez a la semana
46	M	29	Lima	Chorrillos	Universitaria incompleta	Me encuentro estudiando y trabajando	1 vez a la semana
47	M	28	Lima	Lima	Universitaria completa	Me encuentro estudiando y trabajando	2 o 3 veces al mes
48	F	34	Lima	Lima	Maestría completa	Trabajo a tiempo completo	1 vez a la semana
49	M	26	Lima	Villa María del Triunfo	Universitaria completa	Actualmente no estudio ni trabajo	Por lo menos 1 vez al mes
50	M	19	Lima	San Juan de Miraflores	Universitaria incompleta	Actualmente solo estudio	2 o 3 veces al mes

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 37: Resumen de datos de los panelistas

	N = 50	%
SEXO		
Femenino	28	56
Masculino	22	44
EDAD		
18 a 28 años	42	84
28 a 38 años	6	12
38 a 48 años	1	2
58 a 68 años	1	2
PROVINCIA / DISTRITO		
Constitucional del Callao	2	4
Callao	1	2
La Perla	1	2
Lima	48	96
Ancón	1	2
Ate	4	8
Carabayllo	1	2
Chorrillos	2	4
Comas	2	4
El Agustino	2	4
Jesús María	1	2
La Victoria	4	8
Lima	3	6
Lince	2	4
Magdalena	1	2
San Borja	7	14
San Juan de Lurigancho	5	10
San Juan de Miraflores	3	6
San Luis	2	4
San Martín de Porres	3	6
Ventanilla	2	4
Villa María del Triunfo	3	6
NIVEL EDUCATIVO		
Secundaria completa	5	10

Técnica superior incompleta	1	2
Universitaria incompleta	38	76
Universitaria completa	2	4
Maestría incompleta	1	2
Maestría completa	1	2
Doctorado incompleto	2	4
SITUACIÓN LABORAL ACTUAL		
Actualmente no estudio ni trabajo	2	4
Actualmente solo estudio	31	62
Me encuentro estudiando y trabajando	12	24
Trabajo a tiempo parcial	2	4
Trabajo a tiempo completo	3	6
HÁBITO DE CONSUMO DE YOGUR		
Inter diario	4	8
1 vez a la semana	17	34
2 o 3 veces por semana	10	20
2 o 3 veces al mes	11	22
Por lo menos 1 vez al mes	8	16

Fuente: Los autores, 2024

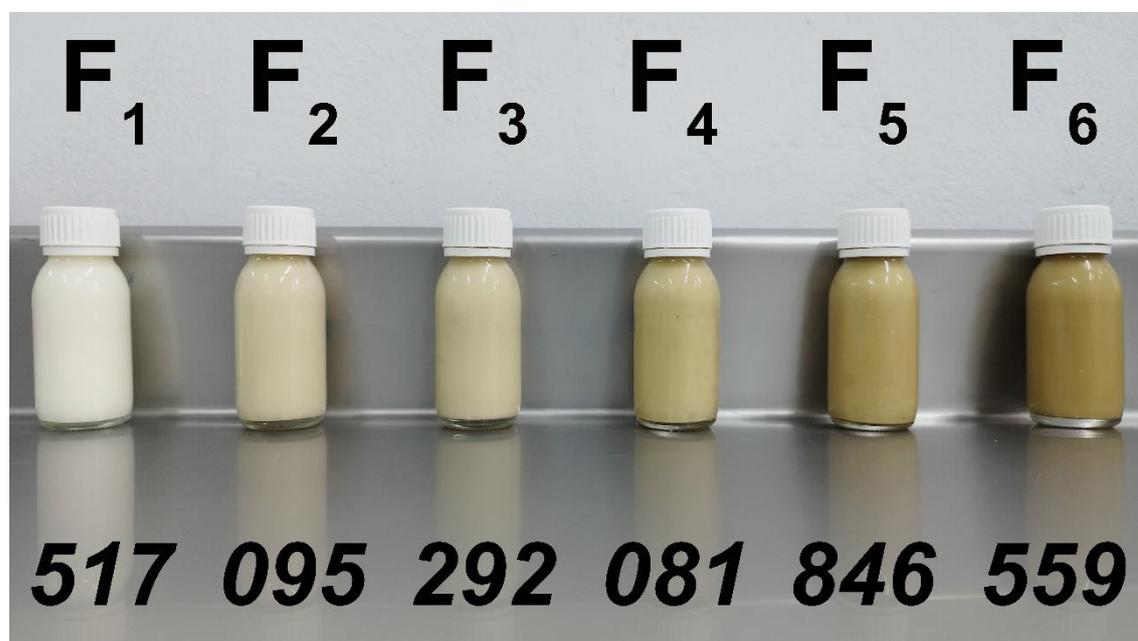
Anexo 8: Codificación de muestras de yogur

Tabla 38: Codificación de muestras de yogur

FORMULACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
F ₁	517	Yogur probiótico con 0% de jarabe de yacón
F ₂	095	Yogur probiótico con 3.5% de jarabe de yacón
F ₃	292	Yogur probiótico con 5% de jarabe de yacón
F ₄	081	Yogur probiótico con 10% de jarabe de yacón
F ₅	846	Yogur probiótico con 15% de jarabe de yacón
F ₆	559	Yogur probiótico con 20% de jarabe de yacón

Fuente: Los autores, 2024

Figura 14: CODIFICACIÓN DE MUESTRAS DE YOGUR



Fuente: Los autores, 2024

Anexo 9: Resultados del análisis sensorial

Prueba de grado de satisfacción

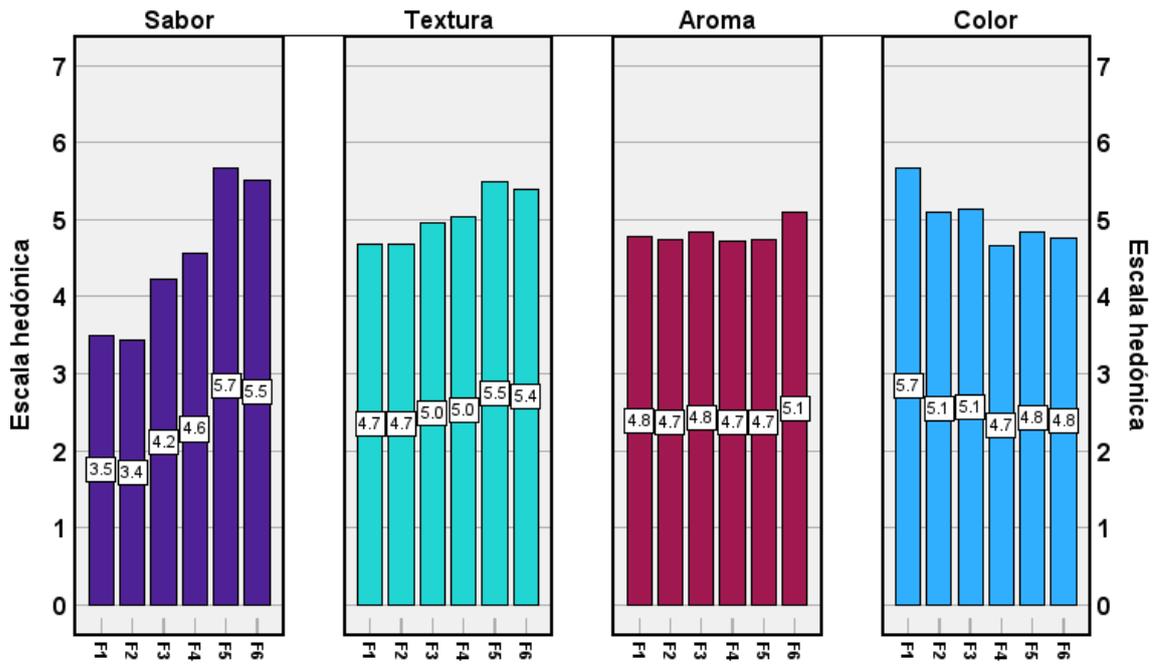
Tabla 39: Datos prueba de grado de satisfacción

Pan elista	517 (F ₁)			095 (F ₂)			292 (F ₃)			081 (F ₄)			846 (F ₅)			559 (F ₆)								
	Sabor	Consistencia	Color	Sabor	Consistencia	Color	Sabor	Consistencia	Color	Sabor	Consistencia	Color	Sabor	Consistencia	Color	Sabor	Consistencia	Color						
1	1	2	6	7	1	6	6	6	2	6	6	5	3	3	4	4	6	7	3	5	3	5	5	4
2	4	5	4	6	2	5	6	6	3	5	4	6	4	5	4	6	3	5	5	6	5	6	5	6
3	6	7	6	7	7	7	7	7	5	6	6	6	6	6	6	2	4	7	5	2	3	6	7	2
4	5	3	4	4	5	4	4	6	6	4	4	5	6	3	4	6	7	4	4	6	6	4	4	6
5	4	7	4	7	6	7	7	7	5	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	5	6	4	7	3	6	5	5	6	6	5	6	6	6	5	7	6	7	3	6	7	7	5	6
7	5	6	5	7	6	5	4	3	5	4	3	3	6	5	4	3	7	5	4	3	7	6	5	3
8	3	3	5	5	3	4	6	6	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	3	5	4
9	6	5	6	4	7	6	7	5	5	5	6	5	4	4	4	3	4	4	3	3	2	4	3	2
10	2	6	4	3	2	3	4	5	3	3	5	5	5	3	5	6	7	5	4	6	6	3	4	6
11	6	6	5	6	3	5	4	5	3	4	4	4	5	3	4	4	7	5	5	5	6	4	4	4
12	3	5	5	6	4	6	4	6	5	5	5	6	5	6	5	6	7	6	5	6	6	7	6	6
13	7	6	5	7	3	6	5	7	4	6	6	6	5	7	4	7	6	7	4	6	7	7	6	6
14	2	3	3	3	3	5	3	3	4	3	4	5	4	5	3	5	6	6	5	5	4	5	4	6
15	6	3	5	6	5	4	4	6	3	3	5	5	5	6	5	6	2	3	6	6	5	5	5	5
16	6	3	5	7	6	3	5	5	5	3	5	5	7	6	4	4	7	6	5	6	7	5	4	5
17	3	6	4	6	4	6	4	5	5	7	5	6	6	5	5	6	6	6	4	5	5	5	5	4
18	5	2	7	6	3	4	4	7	5	4	7	7	4	5	6	7	7	5	4	7	7	6	5	7
19	5	2	6	4	3	6	7	6	4	3	6	5	4	5	5	5	6	7	6	6	4	4	6	6
20	6	7	7	7	3	6	7	7	4	6	7	7	4	6	5	6	7	5	5	7	7	7	7	7
21	3	6	6	3	4	5	7	7	7	5	6	6	4	5	5	5	5	5	6	4	6	5	6	4
22	3	5	4	5	2	3	4	6	4	3	4	6	5	7	4	3	7	7	5	3	7	7	5	5
23	3	5	5	6	3	4	4	3	5	5	5	5	3	4	4	2	6	5	4	2	5	3	4	2

24	3 5 6 7	2 3 4 5	5 5 5 4	6 5 4 3	7 5 4 5	7 5 4 5
25	3 4 3 7	3 5 3 6	4 5 5 6	3 4 3 4	6 4 4 5	7 4 5 4
26	4 5 5 7	5 6 5 5	3 7 5 7	3 5 5 6	5 5 4 5	6 4 6 3
27	3 5 3 6	5 6 4 5	5 6 5 5	7 6 5 7	6 5 4 7	6 5 4 7
28	3 2 2 2	2 2 2 2	3 3 3 3	2 2 2 2	3 3 3 3	6 6 6 2
29	2 7 6 6	1 7 6 6	2 7 6 6	6 7 6 6	5 7 6 6	7 7 7 7
30	4 5 5 4	3 5 3 4	4 5 4 5	5 5 6 6	5 6 6 6	6 6 6 6
31	2 3 4 4	3 6 5 5	3 4 4 5	5 5 5 4	6 4 5 4	5 5 5 3
32	2 7 7 7	2 5 6 6	5 6 3 6	3 3 7 6	5 5 5 5	6 7 5 5
33	2 4 4 6	2 4 5 3	5 5 4 3	6 6 4 3	7 5 6 3	7 4 5 3
34	3 3 4 3	5 6 3 3	6 7 7 6	7 6 7 7	6 7 3 5	5 4 6 5
35	1 2 4 6	3 2 5 5	3 3 5 4	6 5 5 4	6 6 4 3	6 6 5 2
36	5 6 4 6	3 5 5 4	4 6 5 5	5 5 5 6	6 6 5 6	7 6 4 5
37	2 5 5 7	4 6 6 5	4 5 6 5	3 6 6 6	4 6 6 7	3 5 6 7
38	4 6 5 6	4 5 4 6	4 6 5 5	2 6 5 3	6 7 6 2	1 3 5 2
39	2 6 5 7	2 5 4 6	5 7 3 5	3 6 4 3	5 6 5 5	6 7 4 5
40	3 6 5 6	3 5 4 4	5 6 6 4	5 5 6 5	7 6 5 6	7 5 6 6
41	4 6 6 5	5 6 5 5	4 5 4 4	4 6 6 4	5 6 5 4	5 5 4 5
42	2 4 4 7	3 2 4 3	5 5 4 4	2 3 4 1	7 6 4 6	7 6 4 6
43	3 3 5 6	3 4 5 5	4 4 5 5	4 7 5 5	5 5 6 5	5 6 6 4
44	1 4 2 6	4 3 4 5	3 4 4 5	2 2 4 3	5 6 4 5	3 7 6 5
45	6 6 6 6	3 5 4 3	5 6 5 4	4 5 4 4	4 3 5 3	4 5 4 4
46	1 3 4 5	3 3 4 7	2 4 4 6	5 4 4 2	6 5 6 3	7 7 4 4
47	3 5 4 5	2 3 4 3	3 5 4 4	5 4 5 5	6 6 4 2	5 6 5 3
48	4 6 6 6	4 3 6 5	4 4 4 5	4 6 5 5	5 5 6 5	5 6 6 5
49	1 3 6 6	2 3 5 6	5 5 4 6	6 5 4 5	5 6 4 5	3 5 3 5
50	3 4 4 6	3 3 4 4	3 5 3 4	4 6 3 4	6 5 6 5	7 7 7 7

Fuente: Los autores, 2024

Figura 15: Promedios de grado de satisfacción



Fuente: Los autores, 2024

Figura 16: Líneas de medias por característica sensorial



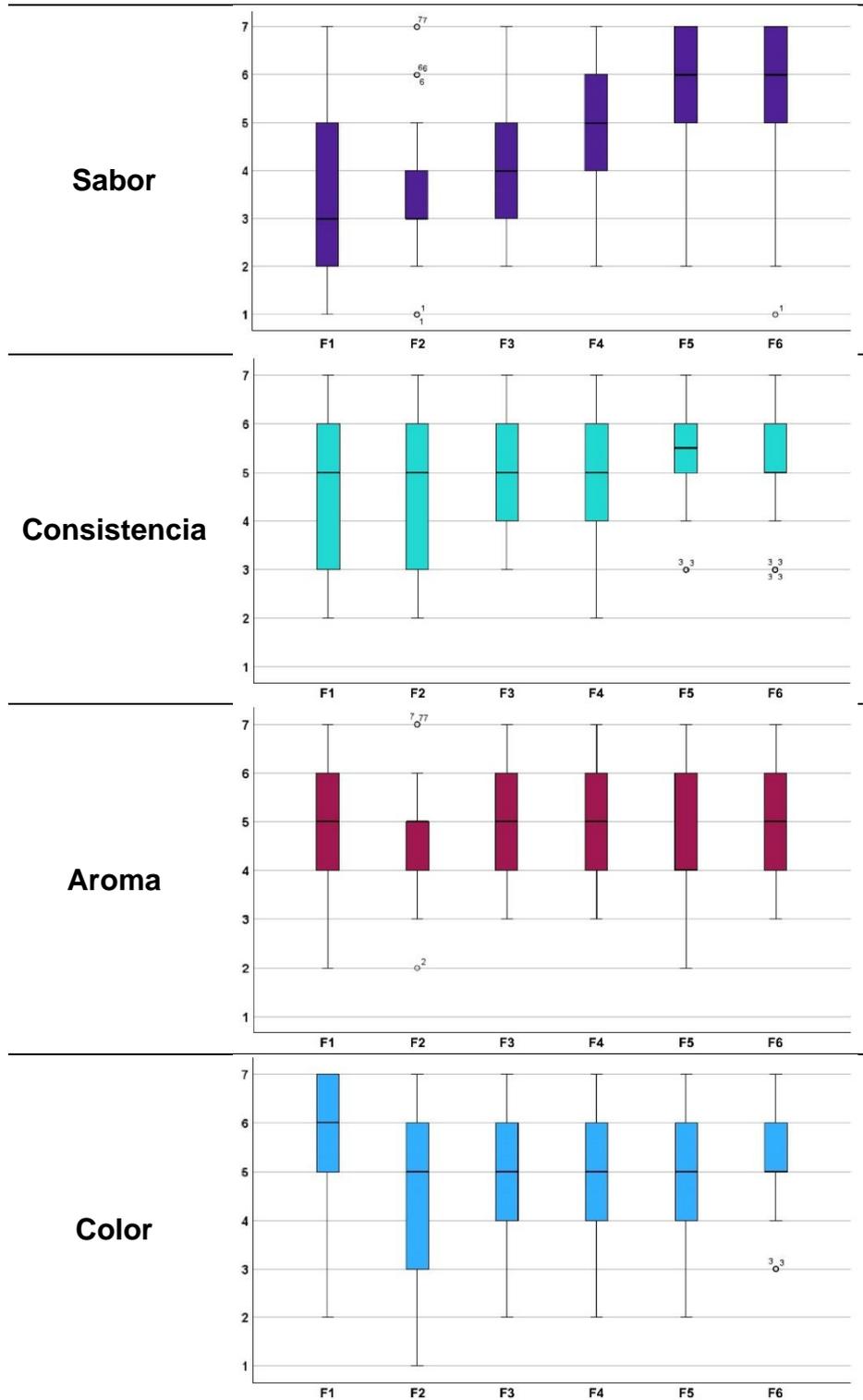
Fuente: Los autores, 2024

Tabla 40: Descriptivos prueba de grado de satisfacción

		N	Media	Desv. estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis		
		Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
F ₁	Sabor	50	3.50	1.607	2.582	.323	.337	-.783	.662
	Consist.	50	4.68	1.558	2.426	-.283	.337	-1.131	.662
	Aroma	50	4.78	1.166	1.359	-.195	.337	-.035	.662
	Color	50	5.68	1.332	1.773	-1.053	.337	.303	.662
F ₂	Sabor	50	3.44	1.417	2.007	.778	.337	.250	.662
	Consist.	50	4.68	1.392	1.936	-.294	.337	-.944	.662
	Aroma	50	4.74	1.226	1.502	.384	.337	-.397	.662
	Color	50	5.10	1.329	1.765	-.462	.337	-.571	.662
F ₃	Sabor	50	4.22	1.112	1.236	-.085	.337	-.263	.662
	Consist.	50	4.96	1.245	1.549	-.054	.337	-.863	.662
	Aroma	50	4.84	1.095	1.198	.233	.337	-.492	.662
	Color	50	5.14	1.010	1.021	-.168	.337	-.234	.662
F ₄	Sabor	50	4.56	1.358	1.843	-.157	.337	-.690	.662
	Consist.	50	5.04	1.293	1.672	-.608	.337	-.163	.662
	Aroma	50	4.72	1.051	1.104	.156	.337	.326	.662
	Color	50	4.66	1.599	2.556	-.288	.337	-.847	.662
F ₅	Sabor	50	5.68	1.203	1.447	-.957	.337	.817	.662
	Consist.	50	5.50	1.093	1.194	-.440	.337	-.116	.662
	Aroma	50	4.74	1.006	1.013	.054	.337	-.778	.662
	Color	50	4.84	1.462	2.137	-.487	.337	-.728	.662
F ₆	Sabor	50	5.52	1.529	2.336	-1.022	.337	.491	.662
	Consist.	50	5.40	1.245	1.551	-.291	.337	-.853	.662
	Aroma	50	5.10	1.055	1.112	.120	.337	-.711	.662
	Color	50	4.76	1.559	2.431	-.323	.337	-.845	.662

Fuente: Los autores, 2024

Figura 17: Diagrama de cajas por característica sensorial



Fuente: Los autores, 2024

Tabla 41: Normalidad de características sensoriales

	Formulación	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	gl	Sig.
Sabor	F ₁	.202	50	<.001
	F ₂	.262	50	<.001
	F ₃	.219	50	<.001
	F ₄	.147	50	.009
	F ₅	.225	50	<.001
	F ₆	.203	50	<.001
Consistencia	F ₁	.182	50	<.001
	F ₂	.191	50	<.001
	F ₃	.173	50	<.001
	F ₄	.228	50	<.001
	F ₅	.184	50	<.001
	F ₆	.165	50	.002
Aroma	F ₁	.168	50	.001
	F ₂	.247	50	<.001
	F ₃	.182	50	<.001
	F ₄	.195	50	<.001
	F ₅	.209	50	<.001
	F ₆	.178	50	<.001
Color	F ₁	.295	50	<.001
	F ₂	.210	50	<.001
	F ₃	.205	50	<.001
	F ₄	.179	50	<.001
	F ₅	.224	50	<.001
	F ₆	.161	50	.002

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 42: Homocedasticidad características sensoriales

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Sabor	Se basa en la media	2.133	5	294	.062
	Se basa en la mediana	1.236	5	294	.292
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.236	5	268.277	.292
	Se basa en la media recortada	2.061	5	294	.070
Consistencia	Se basa en la media	2.594	5	294	.026
	Se basa en la mediana	1.467	5	294	.201
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.467	5	278.358	.201
	Se basa en la media recortada	2.492	5	294	.031
Aroma	Se basa en la media	.578	5	294	.717
	Se basa en la mediana	.394	5	294	.853
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.394	5	255.422	.852
	Se basa en la media recortada	.565	5	294	.727
Color	Se basa en la media	3.459	5	294	.005
	Se basa en la mediana	2.940	5	294	.013
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.940	5	281.327	.013
	Se basa en la media recortada	3.305	5	294	.006

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 43: Comparaciones por parejas sabor

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
F ₂ – F ₁	6.420	17.080	.376	.707	1.000
F ₂ – F ₃	-39.360	17.080	-2.305	.021	.318
F ₂ - F ₄	-58.800	17.080	-3.443	<.001	.009
F ₂ – F ₆	-110.890	17.080	-6.493	<.001	.000
F ₂ - F ₅	-119.450	17.080	-6.994	<.001	.000
F ₁ – F ₃	-32.940	17.080	-1.929	.054	.807
F ₁ – F ₄	-52.380	17.080	-3.067	.002	.032
F ₁ – F ₆	-104.470	17.080	-6.117	<.001	.000
F ₁ - F ₅	-113.030	17.080	-6.618	<.001	.000
F ₃ – F ₄	-19.440	17.080	-1.138	.255	1.000
F ₃ – F ₆	-71.530	17.080	-4.188	<.001	.000
F ₃ – F ₅	-80.090	17.080	-4.689	<.001	.000
F ₄ – F ₆	-52.090	17.080	-3.050	.002	.034
F ₄ - F ₅	-60.650	17.080	-3.551	<.001	.006
F ₆ - F ₅	8.560	17.080	.501	.616	1.000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 44: Comparaciones por parejas consistencia

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
F ₂ – F ₁	3.240	16.884	.192	.848	1.000
F ₂ – F ₃	-12.950	16.884	-.767	.443	1.000
F ₂ – F ₄	-20.890	16.884	-1.237	.216	1.000
F ₂ – F ₆	-41.680	16.884	-2.469	.014	.203
F ₂ – F ₅	-48.080	16.884	-2.848	.004	.066
F ₁ – F ₃	-9.710	16.884	-.575	.565	1.000
F ₁ – F ₄	-17.650	16.884	-1.045	.296	1.000
F ₁ – F ₆	-38.440	16.884	-2.277	.023	.342
F ₁ – F ₅	-44.840	16.884	-2.656	.008	.119
F ₃ – F ₄	-7.940	16.884	-.470	.638	1.000
F ₃ – F ₆	-28.730	16.884	-1.702	.089	1.000
F ₃ – F ₅	-35.130	16.884	-2.081	.037	.562
F ₄ – F ₆	-20.790	16.884	-1.231	.218	1.000
F ₄ – F ₅	-27.190	16.884	-1.610	.107	1.000
F ₆ – F ₅	6.400	16.884	.379	.705	1.000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 45: Comparaciones por parejas aroma

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
F ₂ – F ₄	-1.990	16.683	-.119	.905	1.000
F ₂ - F ₅	-3.930	16.683	-.236	.814	1.000
F ₂ – F ₁	8.470	16.683	.508	.612	1.000
F ₂ – F ₃	-10.220	16.683	-.613	.540	1.000
F ₂ – F ₆	-29.990	16.683	-1.798	.072	1.000
F ₄ - F ₅	-1.940	16.683	-.116	.907	1.000
F ₄ – F ₁	6.480	16.683	.388	.698	1.000
F ₄ – F ₃	8.230	16.683	.493	.622	1.000
F ₄ – F ₆	-28.000	16.683	-1.678	.093	1.000
F ₅ – F ₁	4.540	16.683	.272	.786	1.000
F ₅ – F ₃	6.290	16.683	.377	.706	1.000
F ₅ – F ₆	-26.060	16.683	-1.562	.118	1.000
F ₁ - F ₃	-1.750	16.683	-.105	.916	1.000
F ₁ – F ₆	-21.520	16.683	-1.290	.197	1.000
F ₃ – F ₆	-19.770	16.683	-1.185	.236	1.000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Fuente: Los autores, 2024

Tabla 46: Comparaciones por parejas color

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. ^a
F ₄ – F ₆	-4.380	16.933	-.259	.796	1.000
F ₄ - F ₅	-8.350	16.933	-.493	.622	1.000
F ₄ – F ₃	19.120	16.933	1.129	.259	1.000
F ₄ – F ₂	21.570	16.933	1.274	.203	1.000
F ₄ – F ₁	61.240	16.933	3.617	<.001	.004
F ₆ - F ₅	3.970	16.933	.234	.815	1.000
F ₆ – F ₃	14.740	16.933	.870	.384	1.000
F ₆ – F ₂	17.190	16.933	1.015	.310	1.000
F ₆ – F ₁	56.860	16.933	3.358	<.001	.012
F ₅ – F ₃	10.770	16.933	.636	.525	1.000
F ₅ – F ₂	13.220	16.933	.781	.435	1.000
F ₅ – F ₁	52.890	16.933	3.123	.002	.027
F ₃ – F ₂	2.450	16.933	.145	.885	1.000
F ₃ – F ₁	42.120	16.933	2.487	.013	.193
F ₂ – F ₁	39.670	16.933	2.343	.019	.287

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Fuente: Los autores, 2024

Prueba de ordenamiento

Tabla 47: Datos prueba de ordenamiento

Panelista	Preferencia 1	Preferencia 2	Preferencia 3	Preferencia 4	Preferencia 5	Preferencia 6
1	F5	F3	F2	F6	F1	F4
2	F2	F3	F5	F4	F1	F6
3	F6	F5	F4	F3	F1	F2
4	F4	F5	F6	F3	F2	F1
5	F6	F5	F4	F3	F2	F1
6	F6	F5	F4	F1	F3	F2
7	F5	F6	F1	F4	F3	F2
8	F6	F5	F2	F1	F4	F3
9	F2	F3	F1	F4	F5	F6
10	F5	F6	F4	F3	F2	F1
11	F5	F6	F1	F4	F2	F3
12	F5	F6	F4	F3	F2	F1
13	F6	F1	F5	F4	F3	F2
14	F5	F6	F3	F4	F2	F1
15	F4	F6	F1	F5	F2	F3
16	F4	F5	F6	F1	F2	F3
17	F4	F5	F3	F6	F1	F2
18	F6	F5	F1	F3	F4	F2
19	F5	F4	F3	F1	F6	F2
20	F6	F5	F1	F3	F4	F2
21	F3	F6	F5	F2	F4	F1
22	F6	F5	F4	F3	F1	F2
23	F5	F6	F4	F1	F3	F2
24	F5	F6	F4	F3	F1	F2
25	F5	F3	F6	F1	F2	F4
26	F6	F2	F5	F4	F3	F1
27	F4	F5	F6	F3	F2	F1

28	F6	F5	F4	F3	F2	F1
29	F6	F4	F5	F3	F1	F2
30	F6	F4	F5	F3	F2	F1
31	F5	F2	F4	F6	F3	F1
32	F6	F5	F4	F3	F2	F1
33	F6	F5	F4	F3	F2	F1
34	F3	F5	F4	F6	F1	F2
35	F5	F6	F4	F3	F2	F1
36	F6	F5	F1	F4	F3	F2
37	F5	F6	F4	F2	F3	F1
38	F5	F3	F1	F2	F4	F6
39	F6	F5	F3	F4	F1	F2
40	F5	F6	F4	F3	F1	F2
41	F2	F1	F5	F4	F6	F3
42	F5	F6	F3	F1	F4	F2
43	F5	F4	F6	F3	F2	F1
44	F5	F2	F6	F3	F4	F1
45	F1	F3	F5	F6	F4	F2
46	F6	F5	F4	F2	F3	F1
47	F6	F4	F5	F1	F3	F2
48	F3	F2	F5	F1	F6	F4
49	F5	F3	F4	F6	F2	F1
50	F6	F5	F4	F3	F2	F1

Fuente: Los autores, 2024

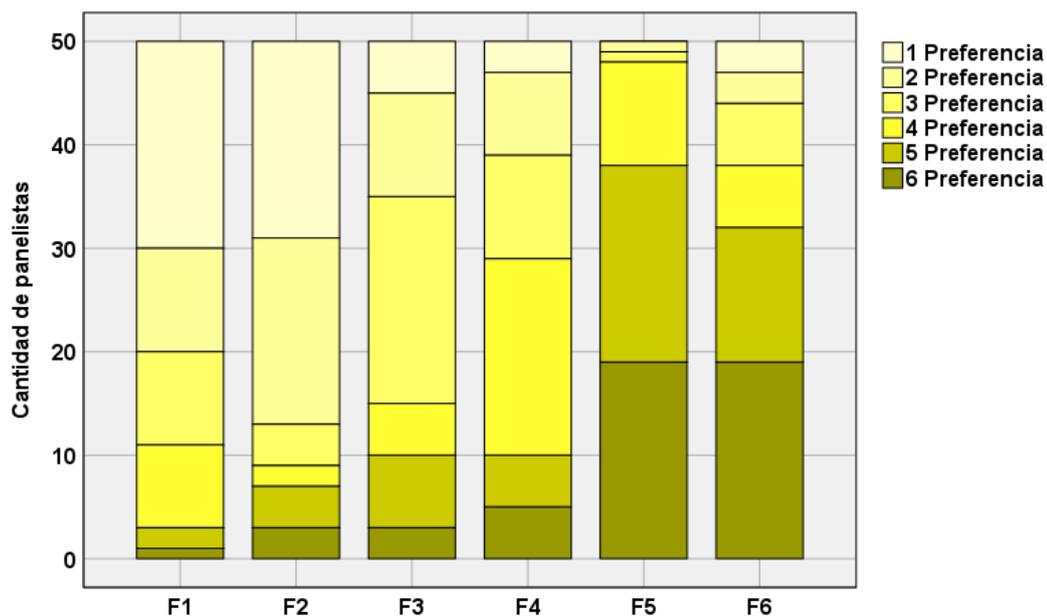
Tabla 48: Ranking prueba de ordenamiento

Panelista	517 (F₁)	095 (F₂)	292 (F₃)	081 (F₄)	846 (F₅)	559 (F₆)
1	5	3	2	6	1	4
2	5	1	2	4	3	6
3	5	6	4	3	2	1
4	6	5	4	1	2	3
5	6	5	4	3	2	1
6	4	6	5	3	2	1
7	3	6	5	4	1	2
8	4	3	6	5	2	1
9	3	1	2	4	5	6
10	6	5	4	3	1	2
11	3	5	6	4	1	2
12	6	5	4	3	1	2
13	2	6	5	4	3	1
14	6	5	3	4	1	2
15	3	5	6	1	4	2
16	4	5	6	1	2	3
17	5	6	3	1	2	4
18	3	6	4	5	2	1
19	4	6	3	2	1	5
20	3	6	4	5	2	1
21	6	4	1	5	3	2
22	5	6	4	3	2	1
23	4	6	5	3	1	2
24	5	6	4	3	1	2
25	4	5	2	6	1	3
26	6	2	5	4	3	1
27	6	5	4	1	2	3
28	6	5	4	3	2	1
29	5	6	4	2	3	1
30	6	5	4	2	3	1
31	6	2	5	3	1	4
32	6	5	4	3	2	1
33	6	5	4	3	2	1

34	5	6	1	3	2	4
35	6	5	4	3	1	2
36	3	6	5	4	2	1
37	6	4	5	3	1	2
38	3	4	2	5	1	6
39	5	6	3	4	2	1
40	5	6	4	3	1	2
41	2	1	6	4	3	5
42	4	6	3	5	1	2
43	6	5	4	2	1	3
44	6	2	4	5	1	3
45	1	6	2	5	3	4
46	6	4	5	3	2	1
47	4	6	5	2	3	1
48	4	2	1	6	3	5
49	6	5	2	3	1	4
50	6	5	4	3	2	1

Fuente: Los autores, 2024

Figura 18: Barras apiladas preferencias por formulaciones



Fuente: Los autores, 2024

Tabla 49: Tabla de diferencias criticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones de “todos los tratamientos” con un nivel de significancia del 5%

Panelistas	Número de muestras			
	3	4	5	6
3	6	8	11	13
4	7	10	13	15
5	8	11	14	17
6	9	12	15	19
7	10	13	17	20
8	10	14	18	22
9	10	15	19	23
10	11	15	20	24
11	11	16	21	26
12	12	17	22	27
13	12	18	23	28
14	13	18	24	29
15	13	19	24	30
16	14	19	25	31
17	14	20	26	32
18	15	20	26	32
19	15	21	27	33
20	15	21	28	34
21	16	22	28	35
22	16	22	29	36
23	16	23	30	37
24	17	23	30	37
25	17	24	31	38
26	17	24	32	39
27	18	25	32	40
28	18	25	33	40
29	18	26	33	41
30	19	26	34	42
31	19	27	34	42
32	19	27	35	43
33	20	27	36	44

34	20	28	36	44
35	20	28	37	45
36	20	29	37	46
37	21	29	38	46
38	21	29	38	47
39	21	30	39	48
40	21	30	39	48
41	22	31	40	49
42	22	31	40	49
43	22	31	41	50
44	22	32	41	51
45	23	32	41	51
46	23	32	42	52
47	23	33	42	52
48	23	33	43	53
49	24	33	43	53
50	24	34	44	54

Fuente: (WATTS *et al.*, 1992)

Anexo 12. Correlación de Spearman para características fisicoquímicas y viabilidad bacteriana

pH:

			Días	F2
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.805*
		Sig. (bilateral)	.	.016
		N	8	8
	F2	Coeficiente de correlación	-.805*	1.000
		Sig. (bilateral)	.016	.
		N	8	8

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

			Días	F4
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.778*
		Sig. (bilateral)	.	.023
		N	8	8
	F4	Coeficiente de correlación	-.778*	1.000
		Sig. (bilateral)	.023	.
		N	8	8

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

			Días	F5
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.833*
		Sig. (bilateral)	.	.010
		N	8	8
	F5	Coeficiente de correlación	-.833*	1.000
		Sig. (bilateral)	.010	.
		N	8	8

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

			Días	F6
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.814*
		Sig. (bilateral)	.	.014
		N	8	8
	F6	Coeficiente de correlación	-.814*	1.000
		Sig. (bilateral)	.014	.
		N	8	8

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Acidez:

			Días	F2
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.857*
		Sig. (bilateral)	.	.014
		N	7	7
	F2	Coeficiente de correlación	.857*	1.000
		Sig. (bilateral)	.014	.
		N	7	7

			Días	F4
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.893**
		Sig. (bilateral)	.	.007
		N	7	7
	F4	Coeficiente de correlación	.893**	1.000
		Sig. (bilateral)	.007	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

			Días	F5
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.893**
		Sig. (bilateral)	.	.007
		N	7	7
	F5	Coeficiente de correlación	.893**	1.000
		Sig. (bilateral)	.007	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

			Días	F6
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.818*
		Sig. (bilateral)	.	.024
		N	7	7
	F6	Coeficiente de correlación	.818*	1.000
		Sig. (bilateral)	.024	.
		N	7	7

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Color (L*)

			Días	F2
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.955**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	7	7
F2	Días	Coeficiente de correlación	-.955**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

			Días	F3
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.837*
		Sig. (bilateral)	.	.019
		N	7	7
F3	Días	Coeficiente de correlación	-.837*	1.000
		Sig. (bilateral)	.019	.
		N	7	7

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

			Días	F4
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.818**
		Sig. (bilateral)	.	.024
		N	7	7
	F4	Coeficiente de correlación	-.818**	1.000
		Sig. (bilateral)	.024	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

			Días	F6
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.808*
		Sig. (bilateral)	.	.028
		N	7	7
	F6	Coeficiente de correlación	-.808*	1.000
		Sig. (bilateral)	.028	.
		N	7	7

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Color (a*)

			Días	F2
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.829*
		Sig. (bilateral)	.	.021
		N	7	7
	F2	Coeficiente de correlación	.829*	1.000
		Sig. (bilateral)	.021	.
		N	7	7
			Días	F4
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.937**
		Sig. (bilateral)	.	.002
		N	7	7
	F4	Coeficiente de correlación	.937**	1.000
		Sig. (bilateral)	.002	.
		N	7	7
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				
			Días	F5
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.919**
		Sig. (bilateral)	.	.003
		N	7	7
	F5	Coeficiente de correlación	.919**	1.000
		Sig. (bilateral)	.003	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Color (b*)

			Días	F6
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	.927**
		Sig. (bilateral)	.	.003
		N	7	7
F6		Coeficiente de correlación	.927**	1.000
		Sig. (bilateral)	.003	.
		N	7	7

Lactobacillus acidophilus LA-5®

			Días	F2
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	de 1.000	-.821*
		Sig. (bilateral)	.	.023
		N	7	7
F2		Coeficiente de correlación	de -.821*	1.000
		Sig. (bilateral)	.023	.
		N	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

			Días	F5
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.821*
		Sig. (bilateral)	.	.023
		N	7	7
F5		Coeficiente de correlación	-.821*	1.000
		Sig. (bilateral)	.023	.
		N	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®

			Días	F2
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.893**
		Sig. (bilateral)	.	.007
		N	7	7
F2		Coeficiente de correlación	-.893**	1.000
		Sig. (bilateral)	.007	.
		N	7	7
			Días	F3
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.786*
		Sig. (bilateral)	.	.036
		N	7	7
F3		Coeficiente de correlación	-.786*	1.000
		Sig. (bilateral)	.036	.
		N	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

			Días	F4
Rho de Spearman	Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.964**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	7	7
F4		Coeficiente de correlación	-.964**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

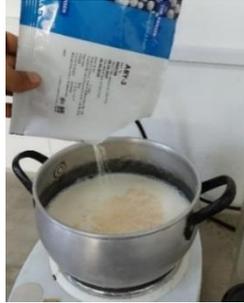
			Días	F5
Rho Spearman	de Días	Coeficiente de correlación	1.000	-.929**
		Sig. (bilateral)	.	.003
		N	7	7
	F5	Coeficiente de correlación	-.929**	1.000
		Sig. (bilateral)	.003	.
		N	7	7

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 13. Fotos del desarrollo del proyecto

Elaboración del yogur probiótico

Figura 19: Preparación del cultivo iniciador ABY-3



Fuente: Los autores, 2024

Figura 20: Disolución goma guar y leche en polvo



Fuente: Los autores, 2024

Figura 21: Inoculación del cultivo probiótico



Fuente: Los autores, 2024

Figura 22: Incubación de leche en estufa a 40°C x 6h



Fuente: Los autores, 2024

Figura 23: Batido del yogur posterior a 24h X 4°C



Fuente: Los autores, 2024

Figura 24: Adición de jarabe de yacón por formulaciones



Fuente: Los autores, 2024

Figura 25: Envasado de formulaciones para análisis



Fuente: Los autores, 2024

Figura 26: Muestras de formulaciones de yogur



Fuente: Los autores, 2024

Análisis sensorial

Figura 27: Panelista durante evaluación sensorial



Fuente: Los autores, 2024

Análisis fisicoquímicos

Figura 28: Determinación del pH del yogur



Fuente: Los autores, 2024

Figura 29: Determinación de la acidez titulable del yogur



Fuente: Los autores, 2024

Figura 30: Evaluación del color en formulaciones de yogur



Fuente: Los autores, 2024

Viabilidad probióticos

Figura 31: Microbiología de probióticos por formulaciones



Fuente: Los autores, 2024

Figura 32: Incubación anaeróbica a 36°C x 72 horas



Fuente: Los autores, 2024

***Lactobacillus acidophilus* LA-5®**

Figura 33: Antibiótico ciprofloxacino en balanza analítica



Fuente: Los autores, 2024

Figura 34: Disolución de antibiótico clindamicina



Fuente: Los autores, 2024

Figura 35: Enumeración de colonias LA-5® por día



Fuente: Los autores, 2024

Figura 36: Colonias LA-5® en placa petri



Fuente: Los autores, 2024

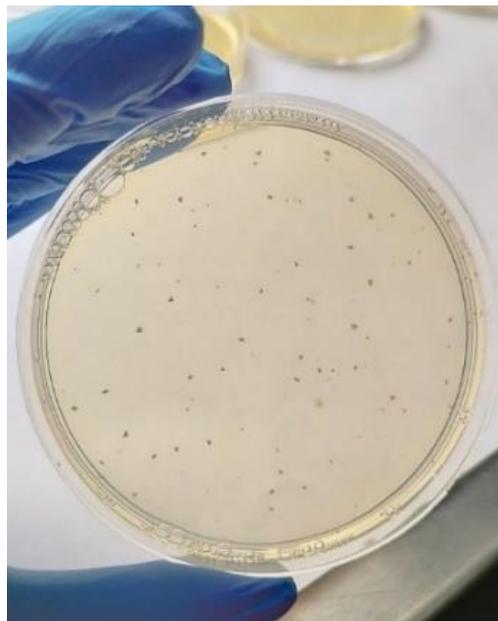
Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®

Figura 37: Enumeración de colonias BB-12®



Fuente: Los autores, 2024

Figura 38: Colonias BB-12® en placa PETRI



Fuente: Los autores, 2024