

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



TESIS:

**Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las
características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales
en el yogur griego**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach. Jose Enrique JURADO MENESES

ASESOR:

Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios y a nuestra madre María Auxiliadora por ser mi gran fortaleza para poder lograr mis objetivos de vida.

A mis amados padres, Lilia Angélica y José Ángel, les dedico este triunfo con toda gratitud y el amor que se merecen por ser pilares y guías en mi camino, brindándome su apoyo incondicional durante mi vida, mi formación profesional, social y espiritual.

A mis hermanos Ángel Giordano y María de los Ángeles por su constante y afectuosa compañía en los momentos más importantes e inolvidables de esta travesía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por concederme lo más valioso de la vida, familia, sabiduría y alegría.
A mi madre celestial la Virgen María por ser luz en mi camino y protegerme siempre.

A mi querida Alma mater Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la plana de docentes y administrativos de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia. En especial a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias quienes nos instruyeron y brindaron sus conocimientos a través de sus experiencias durante el transcurso de la carrera profesional.

Mi sincero agradecer a mi asesor Dr. Antonio Jesús Matos Alejandro, quien me orientó y dedicó su tiempo para el culminar este trabajo de tesis.

Al Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua, por las facilidades concedidas para realizar las pruebas en los laboratorios de biotecnología de la facultad Ciencias Biológicas y al Mg. Fernando Pérez Sáenz, por sus enseñanzas e inculcarnos la pasión que transmite esta hermosa carrera.

Infinitamente a mis queridos abuelos Dionisio Enrique Meneses Retamozo y María Julia Prado Tello, así como a José Emilio Jurado Pérez y Artemia Paulina Leandro Venegas, quienes cuidaron y me forjaron grandes valores demostrándome su constancia, dedicación y amor incondicional en cada etapa de su existencia.

A mi tío Javier Arturo Jurado Leandro por ser gran ejemplo de unidad familiar e incesable lucha continúa ante cualquier situación, desbordando su amor a toda la familia. Muchas gracias por tus valiosos consejos y guiarnos.

A mi amor Elvira, por estar en los momentos más significativos, alegrándome con su hermosa presencia y por ser mi gran apoyo, alentándome con su dulce voz.

A mis familiares, tíos, primos, sobrinos y amigos que me alentaron para culminar el proyecto de tesis.

RESUMEN

El proyecto de tesis tuvo como objetivo evaluar el efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego. Se llevó a cabo una investigación nivel explicativa de tipo experimental. Se elaboró un yogur griego con cultivo protector Fresh Q 11 utilizando diferentes porcentajes en los tratamientos: T1 (testigo); T2 (1,0%); T3 (2,0%); T4 (3,0%) y T5 (4,0%) de (p/v) y como cultivo fermentador el 2,0% de (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). Las muestras de yogur griego se almacenaron en refrigeración a 5 °C durante 40 días para su posterior evaluación.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un modelo estadístico de diseño de bloques completos al azar (DBCA), para los parámetros de variabilidad de los cinco tratamientos y nueve repeticiones a un nivel de confianza de 95% y 5% de significancia; con la prueba Tuckey se comparó diferencias entre los tratamientos, utilizando el programa SPSS V. 27. Los resultados del análisis fisicoquímico, indicaron al T3 como mejor tratamiento seleccionado con: 0,85% de acidez expresado en ácido láctico, 0,91 % sinéresis y 4,23 de pH.

Para los análisis microbiológicos se determinó las unidades formadoras de colonias (UFC/g), mediante la técnica de recuento en placas 3M Petrifilm. Los resultados mostraron que el yogur griego estuvo dentro de los rangos que establece la NTP 202.092 (2024) en mohos, levaduras, coliformes <10 (UFC/g) y en BAL 67×10^8 (UFC/g).

En las características sensoriales y aceptabilidad del yogur griego se efectuó mediante la prueba afectiva con escala hedónica de 7 puntos y descriptiva de los atributos (color, olor, sabor y apariencia general), con un total de 30 panelistas no entrenados y 15 semi entrenados respectivamente, quienes establecieron que la mayor aceptación la tuvo el T3 seguido por el T4, donde los resultados revelaron que la cantidad óptima de cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) fue 2,0 % y 3,0 % respectivamente con una duración de 37 y 38 días a comparación del testigo que fue de 21 días. Con los valores obtenidos, se concluyó que el uso del cultivo protector tiene efectos positivos sobre las diferentes características en el yogur griego sin alterar el producto.

Palabras clave: Cultivo protector, cultivo fermentador, *Lactobacillus rhamnosus*, yogur griego, características.

ABSTRACT

The thesis project aimed to evaluate the effect of a protective culture (*Lactobacillus rhamnosus*) on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of Greek yogurt. An explanatory experimental study was conducted. Greek yogurt was produced with Fresh Q 11 protective culture using different percentages in the treatments: T1 (control sample); T2 (1,0%); T3 (2,0%); T4 (3,0%) and T5 (4,0%) (w/v) and 2,0% (*Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) as the fermenting culture. The Greek yogurt samples were stored refrigerated at 5 °C for 40 days for subsequent evaluation.

The data obtained were analyzed using a randomized complete block design (RCBD) statistical model for the variability parameters of the five treatments and nine replicates at a confidence level of 95% and 5% significance; the Tuckey test was used to compare differences between treatments, using the SPSS V. 27 program. The results of the physicochemical analysis indicated T3 as the best treatment selected with: 0,85% acidity expressed in lactic acid, 0,91% syneresis, and 4,23 pH.

For microbiological analysis, colony-forming units (CFU/g) were determined using the 3M Petrifilm plate counting technique. The results showed that Greek yogurt was within the ranges established by NTP 202.092 (2024) for molds, yeasts, coliforms <10 (CFU/g) and 67×10^8 BAL (CFU/g).

The sensory characteristics and acceptability of Greek yogurt were assessed using a 7-point hedonic and descriptive test (color, odor, taste, and overall appearance), with a total of 30 untrained and 15 semi-trained panelists, respectively, who established that T3 was the most acceptable, followed by T4, where the results revealed that the optimal amount of protective culture (*Lactobacillus rhamnosus*) was 2,0% and 3,0%, respectively, with a duration of 37 and 38 days, compared to the control, which was 21 days. Based on the values obtained, it was concluded that the use of the protective culture has positive effects on the different characteristics of Greek yogurt without altering the product.

Keywords: Protective culture, fermenting culture, *Lactobacillus rhamnosus*, greek yogurt, characteristics.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1.1 Internacionales	2
1.1.2 Nacionales	4
1.2 LECHE	5
1.2.1 Composición química	6
1.2.2 Características fisicoquímicas	7
1.2.3 Características microbiológicas	7
1.2.4 Características organolépticas	8
1.2.5 Calidad de la leche	9
1.3 YOGUR.....	10
1.3.1 Composición química	11
1.3.2 Especificaciones fisicoquímicas	12
1.3.3 Especificaciones microbiológicas	12
1.3.4 Fermentación del yogur.....	12
1.3.4.1 Producción de ácido láctico	12
1.3.5 Sinéresis	13
1.3.6 Características sensoriales del yogur	13
1.3.7 Clasificación y tipos de yogur	14
1.4 YOGUR GRIEGO.....	15
1.4.1 Composición nutricional del yogur griego	16
1.4.2 Beneficios de yogur griego	16

1.5	CULTIVO PROTECTOR	17
1.5.1	Lactobacillus rhamnosus	18
1.5.1.1	Características de Lactobacillus rhamnosus.....	20
1.5.1.2	Propiedades de Lactobacillus rhamnosus	20
1.5.1.3	Actividad antagónica del Lactobacillus rhamnosus.....	21
1.6	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	21
1.7	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
1.8	ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA).....	23
1.9	DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA)	23
1.10	PRUEBAS DE COMPARACIÓN DE TUKEY	23
CAPÍTULO II		24
MATERIALES Y MÉTODOS		24
2.1	LUGAR DE EJECUCIÓN	24
2.2	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.3	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.4	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	24
2.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
2.6	VARIABLES E INDICADORES	27
2.7	MÉTODO EXPERIMENTAL	27
2.8	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	31
2.8.1	Población	31
2.8.2	Muestra	31
2.9	MÉTODOS DE ANÁLISIS	31
2.10	METODOLOGÍA DEL MODELO ESTADÍSTICO	33
CAPÍTULO III		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		34
3.1	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA LECHE	34
3.2	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS EN EL YOGUR GRIEGO	35

3.3	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN EL YOGUR GRIEGO	43
3.4	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN EL YOGUR GRIEGO	52
3.4.1	Evaluación sensorial afectiva	52
3.4.2	Color	52
3.4.3	Olor	54
3.4.4	Sabor	56
3.4.5	Apariencia	57
3.5	Evaluación sensorial descriptiva.....	59
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	65
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
	ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición química de la leche de vaca.....	6
Tabla 2 Especificaciones fisicoquímicas de la leche	7
Tabla 3 Especificaciones microbiológicas para la leche cruda	8
Tabla 4 Composición del yogur natural	11
Tabla 5 Especificaciones fisicoquímicas del yogur.....	12
Tabla 6 Especificaciones microbiológicas del yogur.....	12
Tabla 7 Características sensoriales de bebidas lácteas fermentadas	14
Tabla 8 Contenido nutricional del yogur griego	16
Tabla 9 Cepas bacterianas protectoras.....	18
Tabla 10 Cantidad de microorganismos BAL	18
Tabla 11 Información taxonómica	19
Tabla 12 Diseño de bloques completamente al azar (DBCA).....	22
Tabla 13 Variables, indicadores y escala de medición	27
Tabla 14 Escala evaluación sensorial.	32
Tabla 15 Resultados fisicoquímicos de la leche entera	34
Tabla 16 Resultados microbiológicos de la leche entera.....	35
Tabla 17 Análisis de varianza para el pH	35
Tabla 18 Prueba de Tukey para el pH.....	36
Tabla 19 Análisis de varianza para la acidez titulable	38
Tabla 20 Prueba de Tukey para la acidez titulable.....	38
Tabla 21 Análisis de varianza para el porcentaje de sinéresis	40
Tabla 22 Prueba de Tukey para el porcentaje de sinéresis.....	41
Tabla 23 Análisis de varianza para BAL.....	49
Tabla 24 Prueba de Tukey para BAL	49
Tabla 25 Resumen de los análisis microbiológicos en el yogur griego durante almacenamiento.....	51
Tabla 26 Análisis de varianza para el atributo color	52
Tabla 27 Prueba Tukey para el atributo color.....	53
Tabla 28 Análisis de varianza para el atributo olor	54
Tabla 29 Prueba de Tukey para el atributo olor	54
Tabla 30 Análisis de varianza del atributo sabor	56
Tabla 31 Prueba de Tukey para sabor	56
Tabla 32 Análisis de varianza del atributo apariencia general.....	57

Tabla 33	Análisis de varianza para el atributo apariencia.....	58
Tabla 34	Resultados de la prueba descriptiva en el yogur griego	59
Tabla 35	Evaluación de la prueba descriptiva para color en el yogur griego	60
Tabla 36	Evaluación de la prueba descriptiva olor en el yogur griego	61
Tabla 37	Evaluación de la prueba descriptiva sabor en el yogur griego	62
Tabla 38	Evaluación de la prueba descriptiva apariencia general en el yogur griego ..	63
Tabla 39	Resultados fisicoquímicos de pH	93
Tabla 40	Resultados fisicoquímicos de acidez.....	93
Tabla 41	Resultados fisicoquímicos de sinéresis	94
Tabla 42	Control microbiológico de mohos	95
Tabla 43	Control microbiológico de levaduras.....	95
Tabla 44	Control microbiológico de coliformes.....	95
Tabla 45	Control microbiológico de <i>E. coli</i>	96
Tabla 46	Control microbiológico de bacterias ácido lácticas	96
Tabla 47	Análisis sensorial hedónico para color	97
Tabla 48	Análisis sensorial hedónico para olor	98
Tabla 49	Análisis sensorial hedónico para sabor	99
Tabla 50	Análisis sensorial hedónico para apariencia general	100
Tabla 51	Análisis sensorial descriptivo para color.....	101
Tabla 52	Análisis sensorial descriptivo para olor.....	101
Tabla 53	Análisis sensorial descriptivo para sabor.....	102
Tabla 54	Análisis sensorial descriptivo para apariencia general.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Leche	6
Figura 2 Crecimiento de <i>S.thermophilus</i> y <i>L.bulgaricus</i> en el yogur.....	10
Figura 3 Red proteica del yogur entero.....	11
Figura 4 Vista de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> en el microscopio	19
Figura 5 Diagrama de flujo para la incorporación del cultivo protector FRESH Q 11 ..	28
Figura 6 Diagrama de flujo para elaboración de yogur griego.....	30
Figura 7 Evaluación del pH durante el almacenamiento en el yogur griego	37
Figura 8 Evaluación de la acidez titulable en el yogur griego durante el almacenamiento.....	40
Figura 9 Evaluación del porcentaje de sinéresis en el yogur griego durante el almacenamiento.....	42
Figura 10 Evaluación de mohos en el yogur griego durante el almacenamiento.....	43
Figura 11 Evaluación de levaduras en el yogur griego durante el almacenamiento ...	44
Figura 12 Evaluación de coliformes en el yogur griego durante el almacenamiento ...	46
Figura 13 Evaluación de <i>E. coli</i> en el yogur griego durante el almacenamiento.....	47
Figura 14 Evaluación de las BAL en el yogur griego durante el almacenamiento	50
Figura 15 Promedio para el atributo color en los tratamientos	53
Figura 16 Promedio para el atributo olor en los tratamientos.....	55
Figura 17 Promedio para el atributo sabor en los tratamientos.....	57
Figura 18 Promedio para el atributo apariencia general en los tratamientos.....	58
Figura 19 Representación radar del color	60
Figura 20 Representación radar del olor.....	61
Figura 21 Representación radar del sabor.....	62
Figura 22 Representación radar de apariencia general	63
Figura 23 Procedimiento general de siembra con placas 3M petrifilm	89
Figura 24 Recepción de la leche	103
Figura 25 Análisis de la leche por espectroscopia ultrasónica	103
Figura 26 Prueba de Mastitis de California (CMT)	103
Figura 27 Prueba de estabilidad con alcohol	103
Figura 28 Prueba de tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM)	103
Figura 29 Prueba de densidad de la leche	104
Figura 30 Determinación de acidez en la leche	104
Figura 31 Control de pH en la leche	104

Figura 32	Análisis microbiológico de la leche	104
Figura 33	Filtrado y dosificado de la leche.....	105
Figura 34	Calentamiento de la leche con agitación.....	105
Figura 35	Pasteurización de la leche	105
Figura 36	Enfriado de la leche	105
Figura 37	Recepción de cultivos lácticos	105
Figura 38	Dosificación de los cultivos.....	105
Figura 39	Incubación y fermentación del yogur	106
Figura 40	Control del pH en la fermentación.....	106
Figura 41	Proceso del desuerado inicial	106
Figura 42	Proceso de desuerado final	106
Figura 43	Desinfección y esterilización de envases.....	106
Figura 44	Envasado y almacenado del yogur griego	106
Figura 45	Medición del pH en el yogur griego.....	107
Figura 46	Verificación del pH en el yogur griego	107
Figura 47	Control de temperatura del yogur griego.....	107
Figura 48	Determinación de acidez en el yogur.....	107
Figura 49	Prueba de sinéresis por centrifugación	107
Figura 50	Control de sinéresis en los tratamientos	107
Figura 51	Preparación del agua peptonada al 0,1%	108
Figura 52	Esterilización de materiales en el Autoclave	108
Figura 53	Cámara de flujo laminar (TELSTAR BH 100).....	108
Figura 54	Tubos de ensayos con distintas diluciones	108
Figura 55	Siembra microbiológica	108
Figura 56	Inoculación	108
Figura 57	Siembra e inoculación de las BAL	109
Figura 58	Incubadora regulada a 37°C.....	109
Figura 59	Incubación de las BAL.....	109
Figura 60	Resultados de BAL para T1.....	109
Figura 61	Resultados de BAL T3.....	109
Figura 62	Recuento de BAL para T4	109
Figura 63	Prueba de catalasa Lactobacillus rhamnosus.....	110
Figura 64	Prueba de Tinción Gram.....	110
Figura 65	Set de Gram	110
Figura 66	Observación microscópica de las bacterias	110
Figura 67	Vista microscópica de las BAL.....	110

Figura 68	Vista microscópica del <i>L. rhamnosus</i>	110
Figura 69	Resultado de coliformes T2	111
Figura 70	Resultado de coliformes T1	111
Figura 71	Resultado de coliforme T4	111
Figura 72	Resultados de coliformes T3	111
Figura 73	Resultados de coliformes T5	111
Figura 74	Resultado de coliformes para T3	111
Figura 75	Recuento para mohos y levaduras en T2	112
Figura 76	Resultado de coliformes para T1	112
Figura 77	Recuento para mohos y levaduras en T3	112
Figura 78	Recuento para mohos y levaduras T4	112
Figura 79	Recuento para mohos y levaduras T5	112
Figura 80	Recuento para mohos y levaduras T1	112
Figura 81	Evaluación sensorial de los tratamientos	113
Figura 82	Materiales de encuesta.....	113
Figura 83	Evidencia de panelistas en la evaluación sensorial	113
Figura 84	Evaluación del yogur griego T1	114
Figura 85	Evaluación del yogur griego T2	114
Figura 86	Evaluación del yogur griego T3	114
Figura 87	Apariencia del yogur griego T4	114
Figura 88	Recolección de datos de los tratamientos.....	114
Figura 89	Evaluación del yogur griego del T5.....	114

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el deterioro de alimentos es causado por el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias lo que significa una importante preocupación, especialmente en países en vías de desarrollo, donde hasta el 40 % de los productos perecederos se pierden por este motivo (Chachar, 2025). En el Perú, más de 12 millones de toneladas de alimentos se desaprovechan anualmente a lo largo de la cadena productiva, y en el caso de los lácteos, las pérdidas alcanzan aproximadamente el 30 % de la producción anual (FAO, 2024). Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2024), la producción de leche y sus derivados es una actividad principal en el Perú. Aporta aproximadamente el 12,3 % del sector pecuario y genera empleo para miles de familias, en distintas regiones del país especialmente zonas altoandinas. Entre los productos lácteos fermentados, el yogur griego destaca por su consistencia espesa y cremosa, alto contenido proteico y bajo nivel de azúcar, siendo una fuente importante de nutrición (Chimbo, 2023). Actualmente, el uso de cultivos protectores en la industria láctea ha surgido como alternativa al uso de conservantes químicos, los cuales ocasionan problemas de salud a mediano y largo plazo, incluyendo reacciones alérgicas y enfermedades respiratorias. En este contexto, los cultivos protectores, ofrecen una opción más natural y sostenible para prevenir el deterioro microbiológico de productos como el yogur y el queso, lo que afecta en sus características físicas, químicas y sensoriales, volviéndolos inaceptables para el consumo. Este deterioro también puede deberse a una materia prima de baja calidad, deficiencias en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el Programa de Higiene y Saneamiento (PHS), o inadecuadas condiciones de almacenamiento.

Ante este problema, el presente estudio tiene como objetivo general evaluar el efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego, propone una alternativa natural para evitar el deterioro y reducir el uso de conservantes químicos en su elaboración. Para ello, se plantea los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de un cultivo protector en pH, acidez y sinéresis en el yogur griego.
- Analizar el efecto de un cultivo protector en mohos, levaduras, coliformes y bacterias ácido lácticas.
- Conocer el efecto de un cultivo protector sobre el color, olor, sabor y apariencia de forma afectiva y descriptiva en el yogur griego.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Internacionales

Duarte et al. (2024), investigó el efecto de cultivos lácticos bioprotectores comerciales sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y texturales del yogur, en diferentes dosis sobre el pH, acidez titulable (%), inhibición fúngica y parámetros de textura del yogur durante 28 días de almacenamiento a 7 ± 1 °C. El estudio comparó estos bioconservantes con yogur que contenía solo el conservante químico sorbato de potasio en la concentración máxima permitida (C1) y yogur sin ningún conservante químico (C2), con el objetivo de identificar alternativas para reducir o reemplazar el sorbato de potasio. Se formularon yogures con bioconservantes en concentraciones de 0,1% y 0,2% (v / v) y con sorbato de potasio al 0,015% y 0,03%. Los resultados indicaron que los yogures que contenían bioconservantes tenían un pH significativamente más bajo y una acidez titulable (%) más alta que C2 ($p < 0,05$). La sinéresis disminuyó significativamente durante el período de almacenamiento de 28 días a 7 ± 1 °C ($p < 0,05$). Además, los yogures con cultivos protectores exhibieron parámetros de textura significativamente más bajos ($p < 0,05$) en comparación con C1 y C2. Este estudio subraya el potencial de los bioconservantes como reemplazos viables para el sorbato de potasio, siendo estas formulaciones comparables a C1 en la inhibición de mohos y levaduras, particularmente cuando se utilizó *L. rhamnosus* al 0,2% v/v.

Mendoza (2022), estudió el tiempo de vida útil de una bebida láctea simbiótica, elaborada empleando *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium sp* y pectina cítrica. Su tesis se realizó con fin de analizar el efecto del uso de *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium s. p.* y pectina cítrica en el tiempo de vida útil (TVU) de una bebida láctea fermentada, se emplearon dos diferentes dosis de cultivo, con y sin pectina cítrica. También se empleó *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*, cultivo comúnmente empleado en la elaboración de yogur, como comparativo. Ambos cultivos fueron empleados a dosis de 0,006 % y

0,012 % e incubados a su temperatura óptima de actividad (44 y 37 °C, respectivamente), obteniendo un total de 8 tratamientos (T1 a T8). El análisis de bacterias patógenas (coliformes) y de probióticos viables, realizado a intervalos de 5 días durante el almacenamiento (8°C), permitió respectivamente, predecir el tiempo de vida útil de la bebida, y el tiempo de supervivencia de probióticos, empleando un modelo de cinética de orden uno. Al final del almacenamiento, todas las bebidas elaboradas mostraron cantidades de probióticos mayores a 10^7 UFC/mL, ausencia de *E. coli*, coliformes entre 6 a 10 UFC/mL, mohos y levaduras en el rango de 12 a 28 UFC/mL, cumpliendo con los requisitos de la normativa. Las bebidas elaboradas con pectina cítrica exhibieron un mayor tiempo de vida útil, y también un mayor tiempo de supervivencia de probióticos, con un menor valor de la constante de cinética, que para las bebidas preparadas sin este prebiótico. El mayor tiempo de vida útil igual (37 días), se observó con el uso de *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium s. p.* a la dosis de 0,012 % p/v y pectina cítrica 0,34 % (T8), y el mayor tiempo de supervivencia de probióticos (161 días), se observó también en presencia de pectina a la dosis señalada, al emplear *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* al 0,006 % (T2) ($p < 0,05$). *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium s. p.* en los tratamientos con pectina cítrica, también alcanzaron tiempos de supervivencia bastante altos, con valores de 105 y 152 días, al emplearse en dosis baja (0,006 %) y alta (0,012 %) (T6 y T8), respectivamente. Los resultados observados en cuanto al uso de *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium s. p.* y pectina cítrica, sobre la vida útil y supervivencia de probióticos viables, aún no se muestran reportados en otros estudios, pudiendo servir de gran aporte para lograr ventajas tecnológicas o funcionales en el desarrollo de nuevos alimentos simbióticos.

Olivares y Klotz (2020), realizaron un estudio de evaluación del efecto antifúngico de metabolitos de cultivos bioprotectores: aplicación en derivados lácteos. Investigó la capacidad antifúngica de nueve cepas bacterianas, incluyendo tres de *Lactobacillus casei*, tres de *L. rhamnosus* y tres de *Propionibacterium freudenreichii*, frente a *Mucor circinelloides* y *Geotrichum candidum*. Se examinó el efecto de la pasteurización (74°C, 3 min) y del medio de cultivo Man, Rogosa y Sharpe (MRS) en la funcionalidad de estos cultivos bioprotectores. Los ensayos se realizaron en modelos lácteos (agar yogur), replicados tres veces, y se evaluó el crecimiento fúngico mediante una escala cualitativa. Los hallazgos revelaron que: las distintas cepas de *Lactobacillus* y *Propionibacterium* exhibieron variaciones en su capacidad bioprotectora, el tratamiento térmico redujo considerablemente o eliminó el efecto antifúngico de la mayoría de los cultivos, salvo *P. freudenreichii subsp. shermanii* BPL0082, y los cultivos desarrollados en medio MRS mostraron una mayor capacidad de inhibición.

1.1.2 Nacionales

Campos y Taboada (2023), en la tesis optimización fisicoquímica sensorial del yogur de soya empleando como cepa *Lactobacillus rhamnosus* con jarabe de yacón y pulpa de fresa, menciona sobre la optimización fisicoquímica y sensorial del yogur de soya empleando como cepa *Lactobacillus rhamnosus* con jarabe de yacón y pulpa de fresa. Para ello se aplicó un diseño de optimización Box – Benhken con tres factores; *Lactobacillus rhamnosus* (LR), jarabe de yacón (JY) y pulpa de fresa (PF) cada una con tres concentraciones, baja (-), media (0) y alta (+), las cuales fueron $1; 1,3$ y $1,5 \times 10^{12}$ UFC/g, 35, 40 y 45 g/L y por último 130, 150 y 180 g/L, respectivamente. La metodología para la extracción de la leche de soya fue la selección, hidratación, blanqueamiento, licuado, cocción y enfriamiento, luego para la obtención del yogur fue la etapa de fermentación, enfriamiento, batido y saborizado, envasado y almacenado. El resultado del análisis de las características fisicoquímicas de la leche de soya dio una densidad de $1,0165 \text{ g/cm}^3$, acidez de 1,07% expresado en ácido láctico, pH de 6,78 y °Brix de 6,8. La mejor corrida para la obtención del yogur de soya tuvo un puntaje en aroma de 4,85, color de 4,43, sabor de 4,6 y sensación de 4,5 siendo el puntaje promedio de aceptabilidad de 4,61. Además, esta corrida tuvo un pH de 4,04 y una acidez 0,93% expresado en ácido láctico. Así también, los análisis microbiológicos, reportaron hongos y levaduras, enterobacterias y aerobios mesófilos con un valor con un valor <10 UFC/g, para todos los casos y el recuento de *Lactobacillus rhamnosus* fue de 4×10^8 UFC/g.

Valera (2019), en su trabajo de tesis efecto de la inoculación del cultivo protector en la inhibición de *E. coli* en leche fresca, el objetivo general de la investigación fue examinar el impacto del cultivo protector comercial, *Lactobacillus rhamnosus*, en la proliferación de *E. coli* en leche fresca. Cada repetición del experimento se llevó a cabo con 7 litros de leche, de los cuales 4 litros se destinaron a la preparación del cultivo madre, 1 litro para análisis fisicoquímicos, y 0,5 litros para cada una de las tres concentraciones de cultivo, dejando otros 0,5 litros para el análisis de la muestra control. Las concentraciones del cultivo *L. rhamnosus* empleadas fueron de 0,00025 g, 0,0015 g y 0,003 g. Se realizaron mediciones de pH y temperatura antes de la inoculación, y se evaluó el efecto del inóculo sobre el crecimiento de *E. coli* mediante el recuento en placa de unidades formadoras de colonias (UFC) utilizando láminas petrifilm. Las muestras inoculadas y el control se almacenaron a temperatura de refrigeración (4-8°C) durante 24 horas, realizando recuentos a las 0 horas, 8 horas y 24 horas. Los resultados se analizaron con el programa Statgraphics, que a través de un análisis de varianza (ANOVA) mostró que tanto la concentración del cultivo como el tiempo de conservación

tuvieron un valor de P menor a 0,05, lo que indica un efecto significativo sobre el crecimiento de las UFC de *E. coli*.

Ruiz (2023), investigó la evaluación de las características sensoriales, propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogur griego elaborado con harina de *Tropaeolum tuberosum* (mashua), para ello se elaboraron cuatro formulaciones de yogur griego con harina de mashua y una muestra control, dentro de los análisis fisicoquímicos se evaluó pH, acidez, sinéresis y proteína, como parte del análisis reológico se estudió el índice de tensión de fluencia inicial y la viscosidad y el análisis de características sensoriales se realizó utilizando una escala hedónica de 9 puntos y un cuestionario check all that apply (CATA). Se determinó valores de pH entre 4,11 y 4,26; los rangos de acidez de los tratamientos estuvieron entre 1,44% y 1,59%; el porcentaje de sinéresis fue 0,781% como el valor más bajo y 6,783% como el más alto, los valores del contenido proteico se encontraron entre 6,3% y 9,6%; del análisis reológico se determinó que los cinco tratamientos de yogur griego presentaron el comportamiento de un fluido no newtoniano de tipo pseudoplástico y del análisis sensorial se determinó que los cinco tratamientos fueron muy bien aceptados por los consumidores, los cuales obtuvieron una ponderación de “Me gusta bastante”. Se concluye, que la incorporación de harina de mashua induce variaciones importantes en las características sensoriales, propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogur griego.

1.2 LECHE

La leche se define como la secreción mamaria normal de animales lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o elaboración ulterior (MIDAGRI, 2022).

Líquido de color blanquecino y opaco, con pH cercano a la neutralidad, dos veces más viscoso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado desde el punto de vista de la industria láctea, se define como el producto de ordeño higiénico de las hembras mamíferas domésticas sanas, bien alimentadas y libre de calostro. Al contener diversos elementos unos en disolución y otros en estado coloidal se le considera como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa (Moreno et al., 2013).

Figura 1

Leche



Fuente: Semana (2021).

1.2.1 Composición química

La leche tiene una composición compleja y varía considerablemente por muchos factores. Contiene diversos tipos de moléculas; sus principales constituyentes son: agua, lípidos, azúcares y proteínas, en conjunto con otros elementos como minerales, vitaminas, pigmentos y enzimas (Villanueva, 2019).

Es obtenida del ordeño continuo de bovinos saludables está constituida por alrededor del 87,5 % de agua y contiene 12,5 % de sólidos totales en promedio: 3,7% de grasa, 3,2 % de proteína, 4,8% de lactosa, 0,7 % de cenizas. La composición de la leche se ve afectada por diversos elementos, como la genética, la raza, el período de lactancia, el número de partos, el tipo de alimentación, el estado nutricional del animal y al momento del parto (Canilec, 2011).

Tabla 1

Composición química de la leche de vaca

COMPONENTES	%
Agua	87,50
Grasa	3,70
Proteína	3,20
Lactosa	4,80
Ceniza (sales minerales)	0,70

Fuente: Romero y Menestres (2004).

1.2.2 Características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas son relevantes para establecer la calidad y autenticidad de la leche; debido a factores que dependen del animal o por factores producidos por el manejo y acciones fraudulentas, provocando alteraciones de la leche que conllevan a una modificación. Previo a su procesamiento, es necesario realizar una serie de operaciones preliminares, entre las cuales se incluyen los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la leche.

Tabla 2

Especificaciones fisicoquímicas de la leche

Características	Especificaciones
Densidad a 15°C (g/mL)	Min.1,0296 - Máx.1,0340
Materia grasa láctea	Min. 3,2
Solidos Totales (ST)	Min. 11,4
Solidos No Grasos (SNG)	Min. 8,2
Ceniza	Máx. 0,7
Acidez titulable, (%) ácido láctico	Min. 0,13% - Máx.0,17%
Sustancias extrañas a su naturaleza	Ausente
Punto de Índice crioscópico	Máx. -0,540
Prueba de alcohol (74 % v/v)	No Coagulable
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Mín. 4 horas

Fuente: NTP 202.001 (2016).

1.2.3 Características microbiológicas

La carga microbiana de la leche se da por una multiplicación de microorganismos provenientes de factores externos e internos, dependiendo de la velocidad de crecimiento, temperatura y tiempo. Estos pueden estar presentes por una mala manipulación de ordeño, en pezones, superficies de la ubre, agua contaminada utilizados en el sistema de lavado, equipos y utensilios, etc.

La calidad microbiológica está asociada a la cantidad y tipo de microorganismos presentes, incluyendo la flora inocua y a los microorganismos que producen enzimas termorresistentes. Realizando su evaluación mediante el conteo del número total de bacterias existentes (Reyes y Soltero, 2006).

Según MINAGRI 007 (2017) y NTP 202.001 (2016), las especificaciones técnicas para leche cruda, en calidad higiénica sanitarias y salud.

Tabla 3*Especificaciones microbiológicas para la leche cruda*

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Límite por ml	
						m	M
Aerobios Mesófilos	UFC/mL	3	3	5	1	5*10 ⁵	10 ⁶
Coliformes	UFC/mL	4	3	5	3	10 ²	10 ³

Fuente: MINAGRI (2017).

Nota.

n = Es el número de unidades de muestra de un lote que debe ser examinados**c** = Es el número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa. Cuando es mayor a este número el lote es rechazado.**m** = Es un criterio microbiológico. En general “m” representa un nivel aceptable o inaceptable.**M** = Es una cantidad de (UFC/mL). Valores mayores “M” son inaceptables.**Categoría:** Grado de riesgo que representa los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.**Clase:** Es la clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, que pueden ser de dos o tres.

1.2.4 Características organolépticas

La leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor y aspecto, extraños a su naturaleza.

a) Color: La leche presenta un color blanco como resultado de la reflexión de la luz sobre las partículas opacas en suspensión, que incluyen (micelas de caseína, glóbulos rojos, así como fosfatos y citratos de calcio. Mientras que la grasa es responsable del color amarillento que adquiere la superficie de la leche cuando se deja reposar durante un tiempo. Esto se debe a los pigmentos carotenoides presentes en el pienso que se suministra a los animales (Vásquez, 2018).

La aparición de color gris amarillento se da en leches de retención y la presencia de color rosado es consecuencia de la presencia de sangre o crecimiento de ciertos microorganismos en leches mastíticas (Buñay y Peralta, 2015).

b) Olor: La leche recién ordeñada no tiene un olor característico, sin embargo, adquiere con facilidad el aroma del ambiente donde es obtenida o almacenada. Una pequeña acidificación ya le da un olor especial, al igual que ciertos contaminantes (Vásquez, 2018).

- c) Sabor:** Debido a su contenido de lactosa la leche tiene un ligero sabor dulce. En ciertos casos, por causa de la elevada cantidad de cloruros que existen en la leche especialmente al final del período de lactancia o cuando hay infecciones en las ubres, como la mastitis, puede tener un sabor salado. Por otro lado, si el sabor es ácido significa que la acidez del producto supera el 0,2-0,3 % de ácido láctico. (Vásquez, 2018).
- d) Aspecto:** La leche presenta una consistencia líquida, ligeramente viscosa debido a la presencia de caseína, azúcar y sales minerales (Vásquez, 2018).

1.2.5 Calidad de la leche

Según Villoch (2010), es la ausencia de riesgos microbiológicos bacterianos y de indicadores organolépticos, fisicoquímicos e higiénico-sanitarios son formas de transmitir los estándares de calidad y seguridad de la leche. Esto permite producir productos lácteos sin poner en peligro a los consumidores. Sin embargo, como señalan Moreno et al. (2007), la calidad de la leche comercial es uno de los pilares fundamentales de la industria láctea y está directamente influenciada por las características del producto original. La calidad final de la leche puede verse influida por una serie de factores extrínsecos e intrínsecos. Cabe mencionar que la leche cruda se controla para garantizar la calidad del producto que se entrega al consumidor este apta y en buenas condiciones (Magariños, 2000).

a) Calidad higiénica

La cantidad y el tipo de bacterias presentes en la leche es consecuencia de las operaciones de ordeño, almacenamiento y transporte se denominan calidad higiénica de la leche (Aguayo, 2023).

La calidad higiénica de la leche se ve afectada negativamente por una serie de riesgos desde el momento en que se secreta dentro de la ubre hasta que llega al consumidor. Estos riesgos incluyen el desarrollo microbiano descontrolado, la contaminación por gérmenes patógenos que causan infecciones en las vacas lecheras, la absorción de olores extraños, sabores indeseables, la presencia de sustancias químicas extrañas y la contaminación por suciedad (Chero, 2023).

b) Calidad sanitaria

Según NTP 202.001 (2016), la leche debe cumplir los siguientes requisitos:

- La leche cruda destinada a la comercialización debe provenir de animales libres de enfermedades como brucelosis, tuberculosis entre otros y cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad.
- La leche cruda no podrá haber sido adulterada ni sometida a tratamiento alguno que disminuya o modifique sus componentes originales.
- La leche deberá estar exenta de Calostro, preservantes, antibióticos, colorantes o de sustancias extrañas a su naturaleza. La leche cruda deberá cumplir con los límites máximos permisibles.

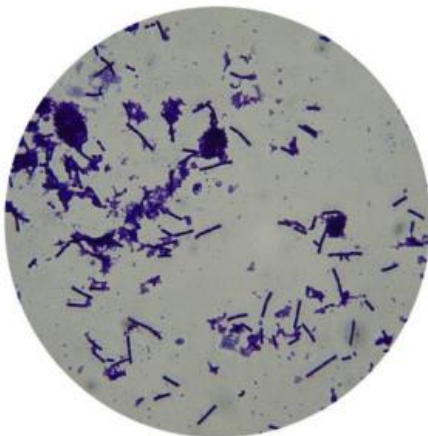
Celis y Juárez (2009), indican que un control adecuado de la mastitis es esencial para alcanzar buena calidad sanitaria. Es importante supervisar los valores de células somáticas y no basarse solamente en pruebas puntuales.

1.3 YOGUR

Se describe como un producto lácteo obtenido a través de la fermentación láctica, mediante la acción de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, a partir de leche pasteurizada y/o productos obtenidos de leche con o sin modificaciones en su composición pasteurizados, pudiendo o no agregarse otros cultivos de bacterias adecuadas (NTP 202.092, 2024).

Figura 2

Crecimiento de S.thermophilus y L.bulgaricus en el yogur



Fuente: Chicharro (2020).

Estos ingredientes pueden haber sido sometidos previamente a un tratamiento térmico o procesos similares, como la pasteurización. Se establece que la totalidad de los microorganismos involucrados en la fermentación láctica deben estar vivos y presentes en la porción láctea del producto final, en una concentración mínima de 1×10^6 unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (Chicharro, 2020).

1.3.1 Composición química

El yogur, al ser comparado a la leche tiene una similar composición. Se le considera como una fuente de proteínas, calcio, fósforo, magnesio, zinc y vitaminas B2, B12. La composición puede ser modificada en función del cultivo de bacterias “starter” durante la fermentación, síntesis o liberación de nutrientes u otras sustancias, por la incorporación de ingredientes durante el proceso y también por las condiciones en que se almacene (Canilec, 2011).

Figura 3

Red proteica del yogur entero



Fuente: Canilec (2011).

Tabla 4

Composición del yogur natural

COMPONENTES	PORCENTAJE
Agua	87,3
Azúcares	4,8
Grasas	3,2
Proteínas	3,5
Sales Minerales	0,7
Calorías/100 g	61 a 68

Fuente: Vayas (2002).

1.3.2 Especificaciones fisicoquímicas

Según el marco legal MINAGRI (2017), el yogur debe cumplir los siguientes requisitos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5

Especificaciones fisicoquímicas del yogur

Características	Unidad	Yogur entero	Yogur	
			parcialmente descremado	Yogur descremado
Materia grasa láctea	g/100g	Mínimo 3,0	0,6 a 2,9	Máximo 0,5
Sólidos no grasos (SNG)	g/100g	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2
Acidez valorable (% ácido láctico)	g/100g	Mínimo 0,6	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6
Proteína Láctea (Nx6,38)	g/100g	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7

Fuente: MINAGRI (2017).

1.3.3 Especificaciones microbiológicas

Según el marco legal MINAGRI (2017), el yogur debe cumplir los siguientes requisitos que se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 6

Especificaciones microbiológicas del yogur

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Límite por mL	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	10	10 ²
Mohos	UFC/g	2	3	5	2	10	10 ²
Levaduras	UFC/g	2	3	5	2	10	10 ²

Fuente: MINAGRI (2017).

1.3.4 Fermentación del yogur

1.3.4.1 Producción de ácido láctico

Según Chandan y Kilara (2013), este proceso comprende muchas reacciones bioquímicas, puede simplificarse en la siguiente ecuación:

Lactosa + agua → Ácido láctico

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4C_3H_6O_3$

Chandan y Kilara (2013), la importancia del ácido láctico en la elaboración del yogur se debe a las siguientes razones: acidifica la leche provocando la desestabilización de las micelas de caseína dando lugar a la coagulación del gel característico en su punto isoeléctrico (~pH 4,6), otorgando el sabor ácido particular al yogur. Además, contribuye en acentuar notas aromáticas a nuez, finalmente proporciona la firmeza y textura característica del producto. Durante la fermentación, también se generan otros compuestos como acetaldehído, ácido acético, diacetilo, esteres y trazas de etanol, los cuales enriquecen el perfil sensorial del yogur. El yogur alcanza un pH de 4,6 pero el producto final se suele consumir en el rango de 4,0–4,6.

1.3.5 Sinéresis

El fenómeno de sinéresis se produce a causa del reordenamiento de la red de micelas de caseína, provocando la expulsión de las proteínas del suero y originando defectos en la textura del yogur. No obstante, la fortificación de la leche con ingredientes lácteos permite reducir el drenaje del suero proporcionando un yogur de alta calidad (Lee y Lucey, 2006). En el yogur griego la eliminación del suero no cambia mucho el pH, pero sí aumenta la acidez titulable (porque concentra los sólidos y ácidos lácticos).

1.3.6 Características sensoriales del yogur

Las características sensoriales se perciben a través de los sentidos de las personas y se refieren a ciertos aspectos de un alimento como son su color, olor, sabor y apariencia. Por ende, este conjunto de sensaciones que son captadas e interpretadas se utilizan para evaluar la calidad de la alimentaria y nos ofrecen información acerca de las expectativas de aceptabilidad por parte del consumidor (Torres, 2017).

Color: Es un indicador que se identifica dependiendo al proceso a los que se somete el yogur estando entre un color blanquecino a crema.

Olor: Es una propiedad que se da por la presencia de algunas sustancias que se encuentran en el yogur. El proceso bioquímico que lleva a alta acidez del yogur es asociado al desarrollo del aroma por compuestos orgánicos volátiles.

Sabor: Se identifica gracias a las papilas gustativas, el sabor que se reconoce en el yogur es ácido en sus distintos grados: ligeramente, moderadamente, ácido y muy ácido. Las bacterias lácticas son los responsables del sabor característico del yogur, que se da durante la fermentación.

Apariencia: En este atributo los parámetros que se consideran en el yogur son la viscosidad, la fluidez si es espesa o bebible, la textura, sinéresis si hay separación de fases, si hay o no presencia de puntos o grumos.

Todos estos atributos pueden definir la aceptación o rechazo por parte de los consumidores.

Tabla 7

Características sensoriales de bebidas lácteas fermentadas

Atributo	Óptimo	Pésimo
Apariencia	Ausencia de puntos blancos, producto homogéneo, ausencia de separación o desfase, con color característico.	Presencia de puntos blancos presencia de separación y color alterado.
Consistencia	Típico del producto consistencia densa agradable al beber.	Muy fluido o consistente
Sabor y Acidez	Sabor no muy ácido y cremoso característico de bebidas lácteas fermentadas.	Muy ácido, amargo presenta residuos.

Fuente: Gyawali et al. (2022).

1.3.7 Clasificación y tipos de yogur

Según Behare y Mandal (2016), existen diferentes tipos de yogur:

a) Según el contenido de materia grasa

Yogur entero: Contiene mínimo 3,0 % de grasa.

Yogur parcialmente descremado: Contiene entre 0,6 a 2,9 % de grasa.

Yogur descremado: Contiene como máximo 0,5 % de grasa.

b) Según la textura

Yogur batido: Es el yogur cuya fermentación se realiza en los tanques de incubación, produciéndose en ellos la coagulación y el batido mecánico.

Yogur aflanado: Yogur cuya fermentación y coagulación se produce en el envase.

Yogur bebible: Es el yogur batido, con un mayor tratamiento mecánico.

c) Según los ingredientes utilizados

Yogur natural: No contiene saborizantes, azúcares ni colorantes. Solo se permite la adición de estabilizantes y conservantes.

Yogur frutado: Contiene fruta procesada en trozos y aditivos permitidos por la autoridad.

Yogur saborizado: Contiene saborizantes naturales y/o artificiales y otros aditivos permitidos.

Yogur endulzado: Contiene azúcar y/o edulcorantes permitidos.

d) Según su tratamiento post incubación

Yogur griego o concentrado: Producto fermentado, el cual pasa por un desuerado perdiendo parte de sus componentes solubles y contenido de agua quedando concentrado y con alta proteína mínimo 5,6 % y acidez característica.

Yogur pasteurizado o tratado térmicamente: Cuando el yogur pasa por un tratamiento térmico posterior a la fermentación. Su almacenado, distribución y conservación pueden realizarse a temperatura ambiente y es de larga duración.

Yogur congelado: Cuando el yogur ha sido incubado y luego es sometido a congelación como un helado.

Yogur deslactosado y sin lactosa: Pasa un proceso que desdobra y reduce la lactosa al 85% (deslactosado) o elimina (sin lactosa) 99%; haciéndolo apto para personas con intolerancia (NTP 202.092, 2024).

1.4 YOGUR GRIEGO

El yogur griego o concentrado, se produce mediante la eliminación del contenido de humedad proveniente del suero por medio de la filtración. Esta diferencia es fundamental con respecto al yogur convencional lo que le confiere una consistencia más densa y cremosa, convirtiéndose en un producto deseable. Presenta un tono que varía entre el blanco y crema, con una textura suave y de un sabor ácido particular, que combina la untuosidad. Además, el proceso de filtrado a veces es sustituido por la incorporación de leche en polvo u otros, tiene como resultado la eliminación parcial de

la lactosa y la concentración de distintos nutrientes. Por lo tanto, desde un punto de vista nutricional es mucho mejor que cualquier yogur (Montero, 2019).

La concentración de proteína en la leche es de gran importancia para la fabricación del yogur griego, a una concentración mayor de caseína, se puede obtener un producto mucho más espeso, convirtiéndose en un producto codiciado, con un alto contenido en proteína (Moreno, 2013).

1.4.1 Composición nutricional del yogur griego

El yogur griego contiene gran cantidad de proteína y grasa; es una fuente rica de vitamina A. Existe distintas variedades de yogur griego, esto se debe al tipo de leche que se usa, al tipo de cultivo e ingredientes que le añaden en la elaboración, donde se obtendrá yogur concentrado, así también, la acidez puede ser mayor a 0,7 % y 8,25% de sólidos lácteos no grasos. El contenido de proteína después del proceso de fermentación debe tener un mínimo de 5,6%, a diferencia del yogur normal, que su contenido de proteína es mínimo de 2,7%. En la siguiente tabla se compara los valores nutricionales del yogur griego.

Tabla 8

Contenido nutricional del yogur griego

Yogur griego	Humedad (%)	Proteína (g)	Grasa (g)	Calcio (mg)
Entero	81,3	9,0	5,0	100
Semidescremado	83,56	9,95	1,92	115
Descremado	85,10	10,19	0,39	110

Fuente: Chandan (2017).

1.4.2 Beneficios de yogur griego

El yogur griego aporta múltiples ventajas para la salud. Es una magnífica fuente de proteínas, calcio y microorganismos útiles para el sistema digestivo. El bajo contenido de grasas y carbohidratos lo convierte en una opción saludable especialmente para quienes buscan reducir su ingesta de calorías consumiendo yogur

griego de forma regular puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, alergias respiratorias, diabetes tipo 2 y obesidad.

Es particularmente beneficioso para los niños, las mujeres embarazadas y adultos mayores, quienes necesitan consumir proteínas de alto valor biológico para un desarrollo apropiado del sistema inmunológico y cerebro (Hadjimbei et al., 2022).

- Equilibra la flora intestinal
- Reducción de los síntomas causados por la mala digestión de la lactosa
- Promueve la saciedad y apoya la pérdida de peso
- Reduce el riesgo de obesidad y cardiovascular
- Favorece la recuperación del músculo aportando buena cantidad de proteína
- Refuerza el desarrollo óseo en niños y adultos

1.5 CULTIVO PROTECTOR

Los cultivos protectores, también conocidos como bioprotectores, son cultivos microbianos destinados a la alimentación que reducen la velocidad de crecimiento de contaminantes como las levaduras, hongos y bacterias a través de la fermentación. Están compuestos por BAL, que son bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus paracasei* y/o *Lactobacillus rhamnosus* (ya sea una sola cepa o en forma combinada) y facilitan la disminución en forma natural el riesgo de deterioro de los alimentos. Estos cultivos son añadidos junto o en combinación con el cultivo fermentador para elaboración de productos lácteos fermentados (Thoysen, 2017).

Consebio (2023), los cultivos de protección están presentes en los lácteos, como el yogur, kéfir y quesos se incorporan durante la fermentación. Principalmente compuestos por BAL y bacterias ácido propiónicas (BAP), estos microorganismos ofrecen efectos protectores y probióticos que favorecen al organismo. Contribuyen a mantener un equilibrio bacteriano óptimo en el intestino, lo cual mejora la digestión, fortalece las defensas inmunológicas y genera otros beneficios para la salud. La inclusión de estos cultivos puede ser una medida valiosa para una dieta equilibrada, para quienes enfrentan trastornos digestivos o desean mejorar la salud intestinal.

Actualmente, se investiga intensamente sobre la aplicación de cultivos protectores en productos fermentados, para terminar de entender su mecanismo de acción y los factores que afectan su función antimicrobiana, para así poder optimizar su uso.

Investigaciones sobre la conservación natural de los alimentos han descubierto cepas de cultivos que pueden ejercer un efecto protector al generar compuestos orgánicos, péptidos u otras sustancias orgánicas, son adecuadas para conservar los productos lácteos y combatir la flora contaminante. Aparte de colonizar el medio donde son añadidos, aportan un sabor agradable al paladar (Duarte et al., 2024).

Tabla 9

Cepas bacterianas protectoras

Especies
<i>Lactobacillus casei</i> (BAL)
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> (BAL)
<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i> (BAP)
<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Freudenreichi</i> (BAP)

Fuente: Olivares y Klotz (2020).

Tabla 10

Cantidad de microorganismos BAL

Agente microbiano	Unidad	Recuento
Bacterias ácido lácticas totales	(UFC/g)	Min.10 ⁷
Microorganismos etiquetados (*)	(UFC/g)	Min.10 ⁶

Fuente: MINAGRI - DS 007 (2017).

Nota. (*) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico que ha sido agregado a parte del *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*.

1.5.1 *Lactobacillus rhamnosus*

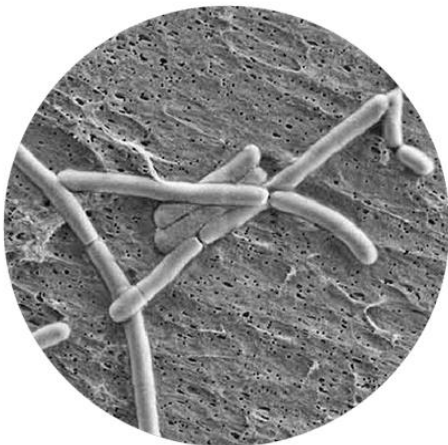
El *Lactobacillus rhamnosus* es microorganismo perteneciente al grupo de bacterias de ácido lácticas (BAL), bacteria gram (+), en forma de bastón y que no forman esporas, aerobia facultativa la cual produce ácido láctico L (+) y trazas de etanol, bajo condiciones de anaerobiosis. Es beneficiosa y mayormente investigada para prevenir enfermedades infecciosas de salud y para alimentos lácticos, se encuentra naturalmente en el tracto intestinal de personas y animales (Narayanan et al., 2024).

Un estudio publicado por Campos y Taboada (2023), mencionan que las cepas de *L. rhamnosus* afectan en el desarrollo de levaduras y mohos. Su acción como cepa seleccionada es aplicada en productos de leche fermentada como el yogur, así como en quesos para producir ácido láctico.

La producción de compuestos con capacidad antimicrobiana, como ácidos orgánicos, péptidos y bacteriocinas, peróxido de hidrogeno, diacetilo y compuestos fenólicos, permiten que esta tenga una acción protectora y probiótica en los alimentos contra patógenos y deteriorantes (Todorov y Dicks, 2005).

Figura 4

Vista de *Lactobacillus rhamnosus* en el microscopio



Fuente: Terraf et al. (2016).

Tabla 11

Información taxonómica

Taxonomía de <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	
Dominio	<i>Bacteria</i>
División	<i>Fimicutes</i>
Clase	<i>Bacilli</i>
Orden	<i>Lactobacillales</i>
Familia	<i>Lactobacillaceae</i>
Género	<i>Lacticaseibacillus</i>
Especie	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>

Fuente: Cáceres y Gotteland (2010).

1.5.1.1 Características de *Lactobacillus rhamnosus*

Esta bacteria, entre sus rasgos asociados, tiene una buena adhesión a los productos que contienen fibra y a las glicoproteínas del íleon humano. Además, no contrarresta a otras bacterias ácido lácticas. Por otro lado, se menciona otra propiedad de *L. rhamnosus*: que cuando llega al intestino, se reproduce con rapidez porque coloniza las mucosas en un corto tiempo y inhibiendo que otros microorganismos crezcan y puedan ser dañinos para la salud.

Esta bacteria tiene una viabilidad excelente en el yogur, a lo largo de las semanas de almacenamiento a 4°C, es aerotolerante y es beneficiosa para su fabricación, pues puede multiplicarse durante la fermentación y proporciona además buenas propiedades organolépticas (Todorov y Dicks, 2005).

Posee la capacidad de fijarse en la mucosa intestinal y permanecer más de 7 días luego de haber sido consumida vía oral por adultos saludables (Salas et al., 2016).

Según Castillo et al. (2019), *Lactobacillus rhamnosus* se ven afectados por el ambiente ácido del estómago, el sistema inmune, la composición del microbiota, las sales biliares y las enzimas pancreáticas, es por ello que, la cantidad diaria ingerida del *Lactobacillus* debe estar entre $10^8 - 10^9$ UFC/g, ya que, los factores antes mencionados son complicados de controlar y esta cantidad permite que puedan tener un efecto positivo al llegar vivo y adherirse al epitelio intestinal.

1.5.1.2 Propiedades de *Lactobacillus rhamnosus*

Según Clerici (2016), entre las propiedades que se les atribuidas a las cepas del cultivo protector se encuentran:

- Son capaces de sobrevivir durante la vida de anaquel del producto, sin importar condiciones de almacenamiento.
- Poseen beneficios tanto en la producción de alimentos lácteos como para la salud del organismo.
- No interfieren con el desarrollo normal de los cultivos que son utilizados en los procesos de elaboración de productos lácteos, por lo que no afectan las propiedades organolépticas
- El cultivo desarrolla una débil acidez y aroma en la fermentación de citrato lenta. Otorgan mejoras en el producto final tal es el caso de yogures y quesos.

- Se reproducen generando ácido láctico en menor proporción a comparación de otros cultivos.

1.5.1.3 Actividad antagonica del *Lactobacillus rhamnosus*

- **Ácidos Orgánicos:** Mediante la fermentación a partir de lactosa se produce ácido láctico. Después de ser sintetizado, se liberan al medio extracelular donde valores bajos de pH, inhiben o retardan el crecimiento de microorganismos patógenos o alterantes como *E. Coli*, *Salmonella spp*, *S. aureus*, esporas de hongos y levaduras (Calderón et al., 2007).
- **Peróxido de Hidrógeno y otros metabolitos:** Generan metabolitos del oxígeno por ejemplo radical hidroxilo (HO^\cdot), el anión superóxido (O_2^-), y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Estos tienen un impacto antimicrobiano, sobre todo por la inactivación de enzimas como: gliceraldehído-3P-deshidrogenasa, lactatodeshidrogenasa, alcohol deshidrogenasa o coenzima A, por la oxidación de los grupos sulfidrilo. La inhibición también puede surgir por la peroxidación de los lípidos y el deterioro del material genético, que incrementan la permeabilidad de las membranas (Ayala et al., 2014).
- **Diacetilo:** Se produce cuando el piruvato es liberado al medio extracelular y, además de contribuir a la formación de algunos olores en productos fermentados, ejerce un efecto antimicrobiano contra hongos, levaduras y bacterias a través de la inactivación de enzimas. (Risco, 2006)
- **Bacteriocinas:** Son péptidos que algunas bacterias lácticas sintetizan y presentan un amplio potencial como conservadores para inhibir el crecimiento de otros microorganismos (Bautista y Barrado, 2023).

1.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial es un campo de estudio científico, que evalúa las propiedades organolépticas de los alimentos, a través de la percepción humana, utilizando uno o más de sus sentidos. El ser humano suele percibir los atributos de un alimento en el siguiente orden: apariencia, olor, aroma, consistencia o textura y sabor (dulce, salado, ácido, amargo, picante y umami). El estímulo se produce sobre el órgano sensorial y es transmitido al cerebro por el sistema nervioso (Martínez et al., 2018).

Hace referencia principalmente a si existen o no diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se

puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción (pruebas afectivas) que pueda presentar un panelista por un producto determinado.

Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al nivel de preferencia y aceptación de un producto alimenticio. Dentro de estas pruebas, podemos encontrar: pruebas de preferencia y pruebas de aceptabilidad (García y Pérez, 2018).

1.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es un análisis estadístico que se lleva a cabo para corroborar o desmentir una hipótesis. Así, se pretende conocer las causas y efectos de dos variables con el objetivo de reducir el error aleatorio y la variabilidad experimental. En este sentido establece la metodología definiendo las condiciones y la manera de cómo se pretende desarrollar nuestro experimento o la observación (Polanía, 2020).

Tabla 12

Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC
Tratamientos (T)	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y^2_{.i}}{b} - \frac{Y^2_{..}}{tb}$	$\frac{SC \text{ tratamientos}}{t - 1}$	$\frac{CM \text{ trats.}}{CM \text{ EE}}$
Bloques (B)	b-1	$\sum_{j=1}^t \frac{X^2_{.j}}{t} - \frac{X^2_{..}}{tb}$	$\frac{SC \text{ Bloques}}{b - 1}$	$\frac{CM \text{ Bloques}}{CM \text{ EE}}$
Error experimental (EE)	(t-1) (b-1)	$SC_{total} - (SC \text{ B} + SC \text{ T})$	$\frac{SC \text{ EE}}{(t - 1)(b - 1)}$	
Total	tr - 1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r X^2_{ij} - \frac{Y^2_{..}}{tb}$		

Fuente: Huayta (2019).

Nota.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

i = 1,2,3, , t

j = 1,2,3, , b

Donde:

Y_{ij} = respuesta del i-ésimo panelista, en el j-ésimo tratamiento

μ =Es la medida general para las observaciones

τ_j = Efecto de j-ésimo tratamiento

β_i = Efecto de i-ésimo panelista

ε_{ij} = error aleatorio

t = número de tratamientos

b= número de bloques (Huayta, 2019).

1.8 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) es una técnica estadística que se utiliza para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de tres o más grupos. En el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. Se utiliza de forma intensiva en el análisis y diseño de experimentos para evaluar el efecto de tratamientos en la variabilidad (Salas, 2020).

1.9 DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA)

Se emplea cuando se quieren comparar algunos tratamientos o estudiar el efecto de un factor, es preferible que las posibles diferencias se deban principalmente al factor de interés y no a otros factores que no se consideran en la investigación. Cuando esto no ocurre y existen otros factores que no se controlan o nulifican para hacer la comparación, las conclusiones pueden ser afectadas perceptiblemente.

1.10 PRUEBAS DE COMPARACIÓN DE TUKEY

La prueba de Tukey, es una prueba estadística utilizada general se usa en experimentos que implican un número elevado de comparaciones y cuando el Análisis de Varianza indica diferencias significativas entre ellos. Se les llama pruebas "múltiples" porque comparan simultáneamente varios promedios de tratamientos al mismo tiempo, para determinar cuáles difieren entre sí (Casillas et al., 2024).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

La ejecución de tesis se llevó a cabo en los laboratorios de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, y en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH). Así mismo las muestras fueron analizadas y acreditadas por Inspecciones y Laboratorios (INSYLAB S.A.C) en la ciudad de Lima, todo ello durante los meses de octubre a noviembre del 2024.

2.2 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo aplicada experimental, pretendiendo establecer la mayor confiabilidad posible sobre las relaciones de causa-efecto. En la cual se modifican intencionalmente la variable independiente con el fin de analizar cómo influyen una o varias variables dependientes.

2.3 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación fue explicativo, ya que se enfoca en comprender las conexiones de causa y efecto entre variables, con el objetivo de demostrar el efecto de la aplicación en la hipótesis. A diferencia del nivel descriptivo, donde se busca simplemente describir o identificar fenómenos.

2.4 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.4.1 Materiales

a) Materias primas

- Leche entera de vaca procedente del centro de producción de bienes y servicios “ALLPACHAKA” (UNSCH).

b) Insumos

- Cultivos fermentadores liofilizado: LYOFAST Y-470E, MARCA SACCO y YOFLEX MILD 903, MARCA CHR HANSEN.
- Cultivo protector: FreshQ11 (*Lactobacillus rhamnosus*), MARCA CHR HANSEN.

2.4.2 Materiales de laboratorio

- Vaso precipitado de 250 mL
- Matraz Erlenmeyer 250 mL
- Pipetas graduadas 10 mL
- Propipetas de 2 y 10 mL
- Probetas 250 mL
- Fiola de 100 mL
- Tubos de ensayo de 10 mL
- Lactodensímetro escala (1,015~1,040 g/mL)
- Termómetro de mercurio (-10 a 250 °C)
- Gradillas para tubos de ensayo
- Bureta con válvula, 100 mL
- Piseta de 250 mL
- Soporte universal
- Luna de reloj
- Mechero de gas
- Asa mango Kolle
- Magneto
- Placas Petri
- Placas Petrifilm 3M (BAL, Coliformes, E. coli, Mohos y levaduras)
- Portaobjetos
- Papel Kraft
- Varillas de vidrio
- Colador
- Tela filtro cedazo
- Envases de vidrio de 250 mL
- Ollas de acero inoxidable ASI 316

2.4.3 Equipos

- Agitador Magnéticos HANNA R-302
- Analizador de Leche ultrasónico (Milkotester)
- Autoclave Market Forge Sterilmatic, STM-E/EL
- pH metro digital (marca JENWAY y Metrohm)
- Balanza analítica (marca RADWAG, serie AS220.R2 PLUS), capacidad de 200 g,4 dígitos)
- Microscopio Óptico (OLYMPUS CX31)
- Cabina de Flujo Laminar (TELSTAR BH 100)
- Termómetro digital MARCA TRACEABLE (-10 a 250 °C)
- Centrifuga ISOLAB
- Incubadora marca JRS, JSGI-100T
- Refrigeradora SAMSUNG
- Cocina semi industrial (SURGE) de 2 hornillas

2.4.4 Reactivos

- Indicador Fenolftaleína al 1%
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N
- Alcohol al 70%
- Peptona al 0,1%
- *Lactobacillus* MRS Agar
- Set Gram
- Peróxido de hidrogeno (H₂O₂)
- Azul de metileno al 1% (p/v)
- Aceite de inmersión
- California Mastitis Test (CMT)
- Solución buffer de (4,7 y10)
- Hipoclorito de sodio (NaClO) al 4,5%
- Agua destilada (H₂O)

2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos. Cuatros de ellos (T2, T3, T4, y T5) se les adicionó el cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*), mientras que uno (T1) se utilizó como tratamiento control. Los días de ensayos se tomaron como bloques, la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial se determinó el tratamiento más aceptable. En cada bloque se probaron todos los tratamientos de manera homogénea y aleatoria. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA con un nivel de significancia del 95%.

2.6 VARIABLES E INDICADORES

Tabla 13

Variables, indicadores y escala de medición

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente	Dosis de cultivo protector (<i>Lactobacillus rhamnosus</i>)	Proporciones	Porcentaje
		0,0 % 1,0 % 2,0 % 3,0 % 4,0 %	
Variables dependientes	Acidez	% Ácido láctico	0-1
	pH	Hidrogeniones [H ⁺]	0-14
	Sinéresis	% Agua	0 a 100
Variables dependientes	Coliformes	Coliformes	UFC/g
	Mohos	Mohos	
	Levaduras	Levaduras	
Variables dependientes	Bacterias Ácido Lácticas	Bacterias Ácido Lácticas	Escala hedónica (7 puntos)
	Color	Color	
	Olor	Olor	
Variables dependientes	Sabor	Sabor	Escala hedónica (7 puntos)
	Aspecto	Aspecto	
	General	General	

2.7 MÉTODO EXPERIMENTAL

La metodología consistió en la elaboración simultánea de yogur griego con y sin la adición de cultivo protector, utilizando leche proveniente de un mismo lote, con el fin de eliminar posibles variaciones biológicas entre las muestras. Para asegurar la eficacia fermentativa y la correcta aplicación del cultivo protector, se siguieron con

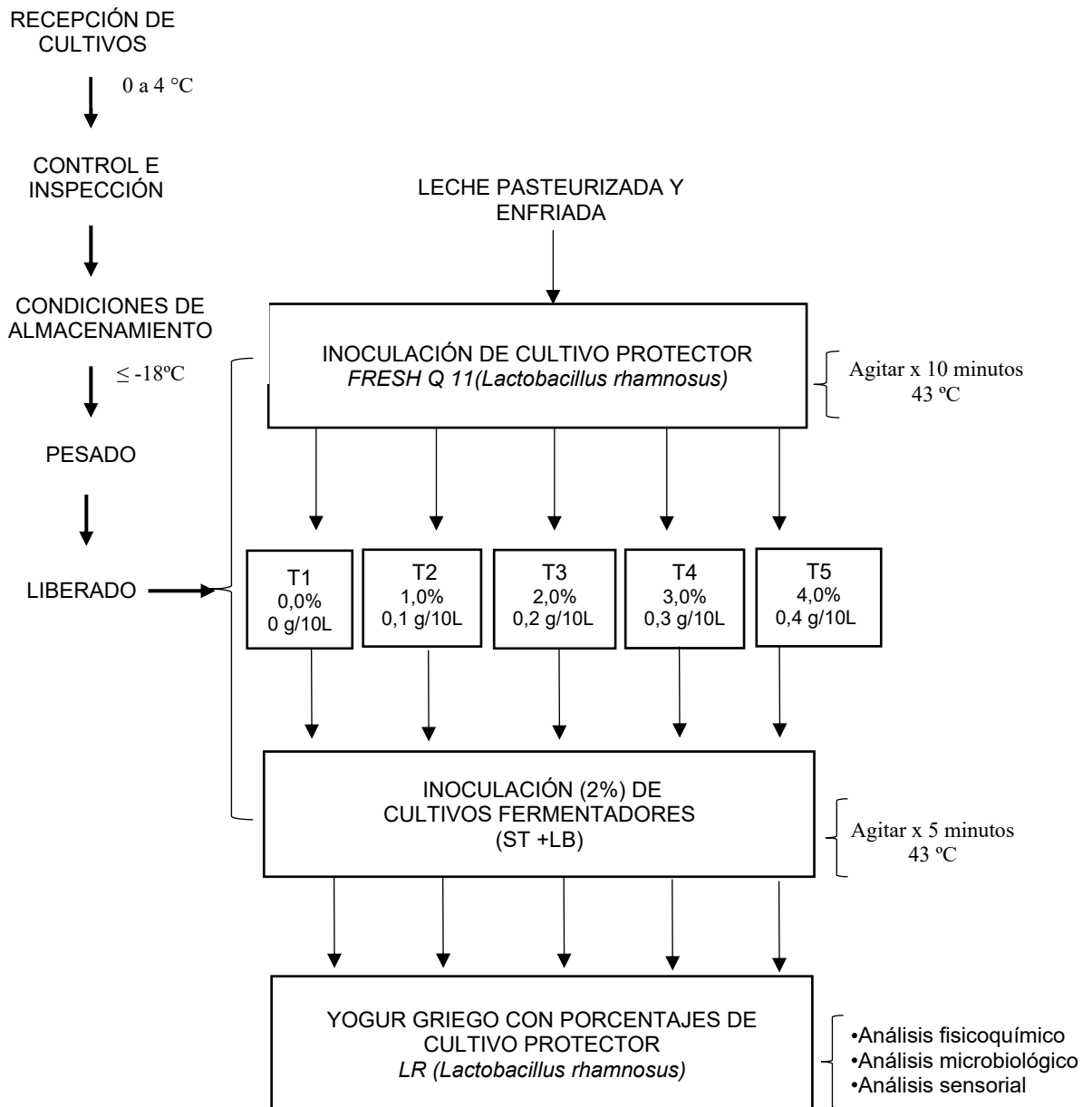
procedimientos técnicos desde su recepción hasta su incorporación en la leche pasteurizada.

2.7.1 Procedimiento para el uso e incorporación del cultivo protector

- **Recepción de cultivos:** Se recibió y verificó el cultivo protector y fermentador suministrado por el proveedor a una temperatura de conservación adecuada entre 0 y 4 °C.

Figura 5

Diagrama de flujo para la incorporación del cultivo protector FRESH Q 11



- **Control e inspección:** Se controló y se inspeccionó los cultivos para garantizar que cumplan con los estándares de calidad requeridos: fecha de vencimiento vigente, cantidad y tipo de cultivo correctos, envase herméticamente sellado, humedad, contaminación o pérdida de actividad.
- **Condiciones de almacenamiento:** Los cultivos se almacenaron y se mantuvieron a una temperatura $\leq -18^{\circ}\text{C}$ (congelación) para su conservación. Se sacaron los cultivos del congelador antes de su uso.
- **Pesado y liberado:** Se realizó el pesado de los cultivos bajo condiciones estrictas de higiene, desinfectar el envase con alcohol al 70 %, abrir con tijera esterilizada, se verificó la cantidad requerida y se liberó para su incorporación al proceso de elaboración del yogur griego.
- **Adición de cultivo protector:** Se utilizó leche previamente pasteurizada y enfriada. A esta se le adicionaron diferentes porcentajes (p/v) de cultivo protectores y fermentador, mezclando suavemente durante 5 a 10 minutos para evitar la formación de espuma. La inoculación se realizó a una temperatura recomendada de 43°C .

Una vez obtenido el yogur griego con los diferentes porcentajes de cultivo protector, se evaluaron sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. El mejor tratamiento se determinó como variable de respuesta, mostrada en la figura 5.

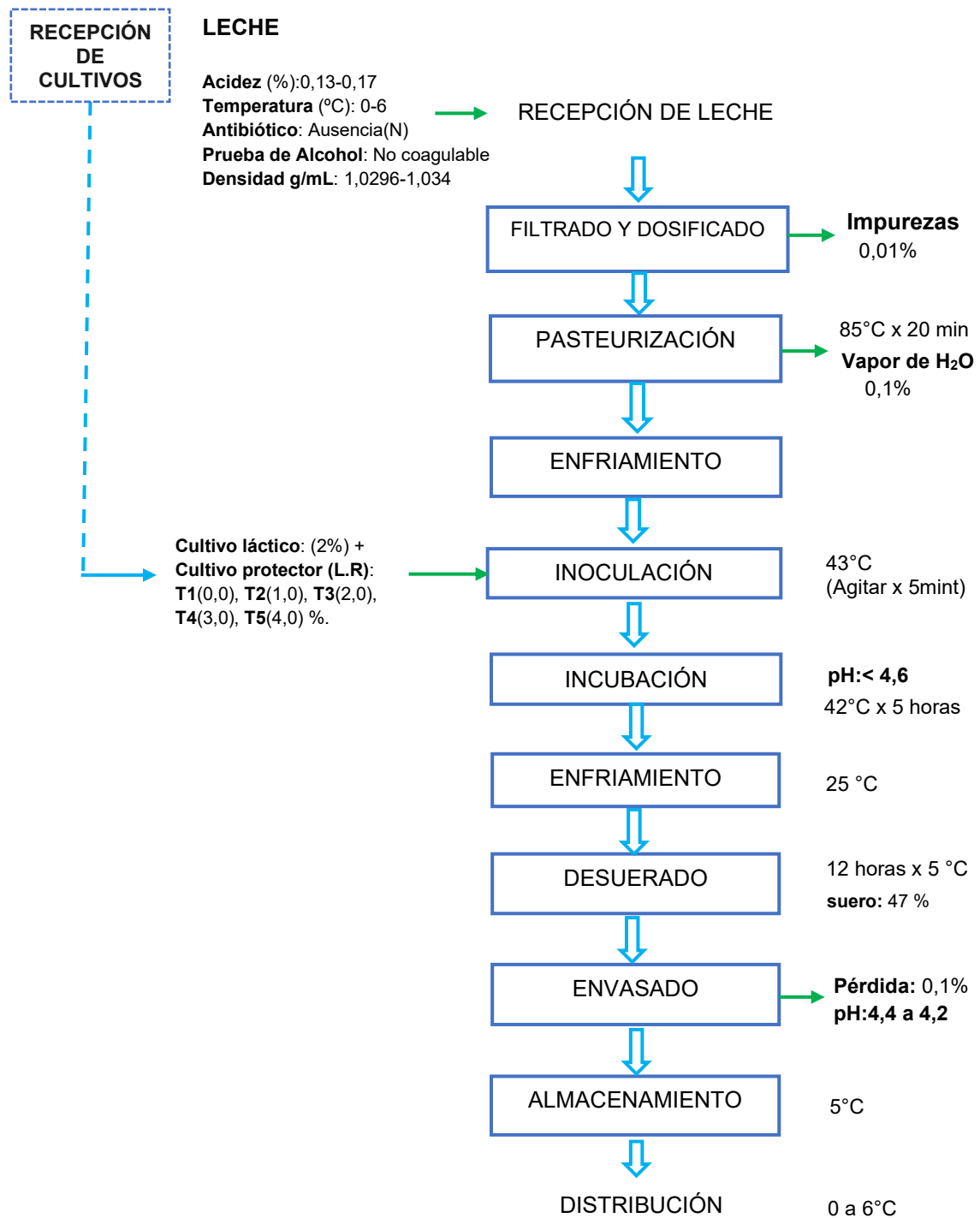
2.7.2 Proceso para la obtención del yogur griego

- **Recepción de materia prima:** La leche se recibió del centro de producción de bienes y servicios Allpachaka. Se realizó un análisis microbiológico (Aerobios mesófilos, coliformes) y fisicoquímico (acidez, densidad, pH y temperatura) de la leche para verificar su calidad antes de continuar con el proceso de producción.
- **Filtrado y dosificado:** Se filtró la leche utilizando una malla filtrante (cedazo), para evitar la presencia de objetos contaminantes en la producción. Se dosificó según la cantidad a producir.
- **Pasteurización:** Se pasteurizó a una temperatura de 85°C durante 20 minutos para eliminar la presencia de microorganismos patógenos presentes en la leche, garantizando la seguridad del producto final.

- **Enfriamiento:** Después de la pasteurización, la leche se vertió en un recipiente separado y se enfrió rápidamente a 43°C para preparar la inoculación de los cultivos.

Figura 6

Diagrama de flujo para elaboración de yogur griego



- **Inoculación:** Al momento que la leche llegó a los 43°C se inoculó y se adicionó los cultivos fermentadores (*Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*) y el cultivo protector FreshQ 11(*Lactobacillus rhamnosus*). Todo ello se detalla en la Figura 5.
- **Incubación:** Para que el proceso de fermentación se produzca se mantuvo la leche a una temperatura de 42°C por 5 horas o hasta haber alcanzado el nivel de acidez óptima.
- **Enfriamiento:** Se enfrió a 25°C para detener la fermentación y acidificación del yogur.
- **Desuerado:** Para eliminar el suero se procedió a colocar en mallas filtrantes por un tiempo de 12 horas en refrigeración, hasta conseguir la consistencia adecuada en refrigeración.
- **Envasado:** Se envasó el yogur griego en los recipientes de vidrio previamente desinfectados y esterilizados, para asegurar su higiene. Luego, se taparon adecuadamente los envases para evitar contaminación. Finalmente, se rotularon con la información necesaria para su identificación, incluyendo la fecha y hora de elaboración y así como nombre del tratamiento.
- **Almacenado:** Finalmente el yogur griego se almacenó y se colocó en refrigeración a una temperatura de 5°C para mantener su seguridad y frescura para su posterior evaluación.

2.8 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

2.8.1 Población

La población está formada por una cantidad total de 25 frascos de 250 g de yogur griego equivalentes a 6,25 kg de este, que se obtuvieron de 10 L de leche entera.

2.8.2 Muestra

Se escogieron 20 frascos de 250 g de yogur griego de forma aleatoria para realizar los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

2.9 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Una vez obtenido el yogur griego, se evaluó las características fisicoquímicas, microbiológicos y sensoriales, mediante las pruebas que se muestran.

2.9.1 Métodos de análisis fisicoquímicos

- **Determinación de pH**
AOAC 973.41 (2015)
- **Determinación de acidez**
AOAC 942.15 (2000)
- **Sinéresis**
Adaptado de Reyes y Ludeña, (2015)

2.9.2 Métodos de análisis microbiológicos

- **Mohos y levaduras:** Método (AOAC 997.02, 2017) - 3M Petrifilm para Hongos y Levaduras.
- **Coliformes y *E. coli*:** Método (AOAC 991.14, 2017) - 3M Petrifilm para Coliformes y *E. coli*.
- **BAL:** Método-Muestras de alimentos y de ambiente (AOAC 2018.03, 2018) - 3M Petrifilm para BAL.

2.9.3 Métodos de análisis sensorial

- **Prueba afectiva y descriptiva:** Adaptada de NTP- ISO 6658 (2008).

Se evaluaron los tratamientos sensorialmente, con una escala hedónica de 7 puntos, con la participación de 30 panelistas no entrenados para la prueba afectiva y 15 panelistas semi entrenados en la prueba descriptiva.

Tabla 14

Escala evaluación sensorial.

Escala hedónica	Valor
Me gusta mucho	7
Me gusta	6
Me gusta ligeramente	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Chimbo (2023).

Los atributos analizados incluyeron color, olor, sabor y apariencia general. Los evaluadores eran estudiantes de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad

Nacional de San Cristóbal de Huamanga, recibieron las muestras en vasos descartables acompañado con un vaso de agua y de una encuesta.

2.10 METODOLOGÍA DEL MODELO ESTADÍSTICO

2.10.1 Metodología estadística para las características fisicoquímicas y microbiológicas

Los datos obtenidos del análisis en las características fisicoquímicas y microbiológicas se evaluaron utilizando el modelo estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con el software SPSS V.27, realizando nueve repeticiones para cada tratamiento. Los resultados fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANOVA) y, para realizar comparaciones entre tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey.

2.10.2 Metodología estadística para las características sensoriales

a. Prueba afectiva – escala hedónica

La metodología para la prueba afectiva con escala hedónica, fueron analizados con el DBCA con un nivel de significancia del 95 % para luego determinar si hay diferencias significativas entre las medias de cada muestra se aplicó la prueba de Tukey. Para la interpretación de los resultados se graficó un diagrama de barras.

b. Prueba descriptiva

La metodología para la prueba descriptiva se utilizó la herramienta estadística Excel, el cual permitió calcular las medidas estadísticas de una base de datos, obteniendo gráficos de radar para su interpretación. Esta es útil para comparar diferentes características de un solo elemento o producto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE LA LECHE

La materia prima que se empleó para la elaboración de yogur griego fue leche entera, proveniente del centro de producción de bienes y servicios “ALLPACHAKA” fundo UNSCH, distrito de Chiara, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

Los análisis físico químicos y microbiológicos efectuados a la leche se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 15

Resultados fisicoquímicos de la leche entera

Propiedades fisicoquímicas	Requisitos NTP 202.001,2016	Resultados
Densidad (g/cm ³) a 15°C	Min.1,029 y máx. 1,034	1,0301
Acidez (% ácido láctico)	Min.0,13% y máx. 0,17%	0,15
pH	6,5 a 6,8	6,72
Proteínas	Min. 2,9%	3,2
Grasa	Min. 3,2%	3,5
Solidos no grasos	Min. 8,2%	8,75
Prueba TRAM	Min: 4 horas	7 horas
Prueba de alcohol (74 % v/v)	No Coagulable	Negativo/No coagulo

A partir de los valores bibliográficos de NTP 202.001 (2016), se observa que los datos experimentales obtenidos se encuentran dentro de los rangos aceptables de calidad, cumpliendo con los requisitos establecidos, respaldando técnicamente la viabilidad del uso de esta leche como materia prima fue apta para la elaboración del yogur griego.

Tabla 16*Resultados microbiológicos de la leche entera*

Agente microbiano	Requisitos NTP 202.001(2016)	Recuento
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	m 5×10^5 M 10^6	$2,7 \times 10^5$
Coliformes (UFC/g)	m 1×10^2 M 10^3	5×10^2

3.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS EN EL YOGUR GRIEGO

Los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico del yogur griego se muestran en el ANEXO 7, incluyen pH, acidez y sinéresis, de los cinco tratamientos y nueve repeticiones durante el almacenamiento a una temperatura de 5°C. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS V. 27.

3.2.1 Evaluación del pH en el yogur griego

En la Tabla 17, se detalla el análisis de varianza estadístico, donde se determinó el pH de los tratamientos durante el almacenamiento del yogur griego.

Tabla 17*Análisis de varianza para el pH*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Días	0,075	8	0,0090	90,34	<0,001
Tratamientos	0,015	4	0,00357	35,70	<0,001
Error	0,003	32	0,00010		
Total	818,53	45			
Total, corregido	0,094	44			

Prob, >0,05; no significativo

Prob, <0,05; significativo

Prob, <0,01; altamente significativo

El ANOVA fue realizado con un nivel de significancia del 5%, muestra que existe diferencias significativas en el pH de los tratamientos estudiados ($p < 0,01$). Se llevó a cabo la prueba de Tukey para comparar las medias.

Tabla 18*Prueba de Tukey para el pH*

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
5	9	4,23 ^a	
4	9	4,25 ^a	
3	9	4,25 ^a	
2	9	4,27 ^a	
1	9		4,29 ^b
Sig.		0,057	

En la Tabla 18, se aprecia que el pH entre los tratamientos se diferencia estadísticamente entre los tratamientos (T1–T4) teniendo dos subconjuntos a y b estadístico, esto no se generó variaciones relevantes en la tabla 18.

Según los datos obtenidos de cada tratamiento en la elaboración del yogur griego, se observa que el T5 tiene un pH de 4,23, lo que indica estadísticamente que es superior a los tratamientos T4, T3, T2 con una mínima diferencia. Mientras que el T1 (control) tiene un pH 4,29 siendo menor a los otros tratamientos.

Duarte et al. (2024), en su investigación menciona que los resultados obtenidos en yogures que contenían cultivos protectores poseían un pH 4,43; siendo significativamente más bajo que la muestra control (4,57). Comparando los resultados del estudio, se asemejan con los del autor, debido que al incrementar la dosis de cultivo protector el pH vario significativamente durante el tiempo de almacenamiento.

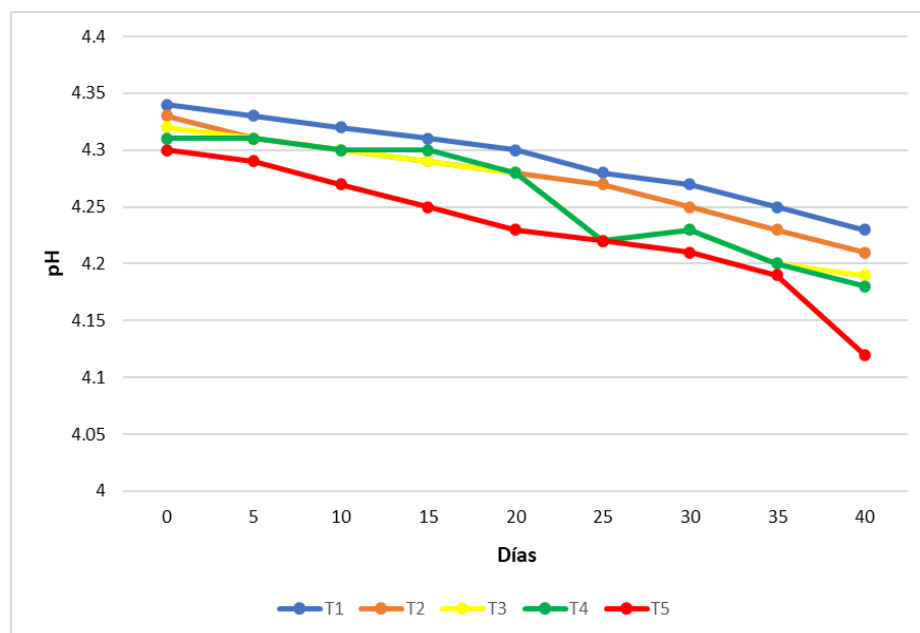
Ruiz (2023), determinó valores de pH entre 4,11 y 4,26 para las cuatro formulaciones de yogur griego con harina de mashua y una muestra control. Estos resultados guardan relación con lo que se halló en este estudio en la Tabla 39, donde se observó una disminución de pH a medida que se aumentó la dosis de cultivo protector (LR) en comparación al pH de la muestra control.

Campos y Taboada (2023) en la tesis se obtuvo un yogur de pH 4,04 empleando como cepa *Lactobacillus rhamnosus* con jarabe de yacón y pulpa de fresa. En comparación a los resultados de nuestra investigación los cuales muestran yogures griegos con pH de 4,29 (T1) y 4,23 (T5), difieren con el autor, pero ambos están dentro de los rangos permitidos. Los valores bajos de pH se deben a que el yogur contenía pulpa de fruta generando acidez y disminución del pH final de cualquier tipo de yogur.

Por tanto, se afirma que los valores de pH desempeñan un papel en la determinación de la calidad del yogur griego. Si un yogur griego tiene un pH muy bajo, es un indicador de posible contaminación o proliferación de bacterias que alteran el pH del producto, ya que generan exceso de ácido láctico. En caso de que haya una desviación del nivel ideal de pH, el producto tendrá un sabor muy ácido y, por ende, una menor vida útil. También se señala que el yogur griego suele tener un pH entre 4,0 y 4,6. En contraste con la presente investigación, los resultados obtenidos coinciden con lo que menciona Chandan y Kilara (2013), encontrándose dentro del rango y cumpliendo con los requisitos establecidos teóricamente.

Figura 7

Evaluación del pH durante el almacenamiento en el yogur griego



En la Figura 7 se evidencia la variación del pH del yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a 5 °C en refrigeración.

Como se muestra en la Figura 8, hay una disminución gradual de los valores de pH, que corresponde a la producción continua de ácido láctico y de ácidos orgánicos por parte de los cultivos fermentadores y de *Lactobacillus rhamnosus* durante el almacenamiento. Esta disminución del pH indica que la actividad metabólica es continua de las bacterias del ácido láctico, contribuye a la acidez del yogur con el tiempo.

3.2.2 Acidez titulable

Los resultados del ANOVA para la acidez titulable expresada en porcentaje de ácido láctico, se detallan en la Tabla 19, donde se compara los distintos tratamientos evaluados.

Tabla 19

Análisis de varianza para la acidez titulable

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Días	0,464	8	0,058	58,301	0,007
Tratamientos	0,120	4	0,030	30,684	< 0,001
Error	0,033	32	0,001		
Total	0,617	45			
Total corregido	0,647	44			

Al realizar el ANOVA con un nivel de significancia al 5%, se observa que hay diferencia significativa en los porcentajes de acidez expresados en ácido láctico, entre los distintos tratamientos. Se efectuó la prueba de comparación de medias con la prueba Tukey para identificar el porcentaje óptimo.

Tabla 20

Prueba de Tukey para la acidez titulable

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	9	0,7900 ^a	
2	9	0,8122	0,8122 ^b
3	9	0,8167	0,8167 ^b
4	9	0,8178	0,8178 ^b
5	9		0,8544 ^b
Sig.		0,370	0,232

Según la Tabla 20, se visualiza que el tratamiento T5 supera estadísticamente al T1 a los demás tratamientos, teniendo la mayor acidez titulable de yogur griego.

De acuerdo al MINAGRI (2017), la acidez en productos lácteos expresada como porcentaje de ácido láctico presente en el yogur debe ser mínimo de 0,6%.

Los valores obtenidos indican que la acidez aumenta durante la etapa de fermentación del yogur griego, notándose que todos los tratamientos alcanzaron valores promedios entre 0,79 y 0,85 %, esto coincide con las especificaciones descritas.

La acidez, al igual que el pH, es una propiedad de suma importancia debido a la transformación de la lactosa por acción microbiana en ácido láctico; ya que este es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse o deteriorar el alimento.

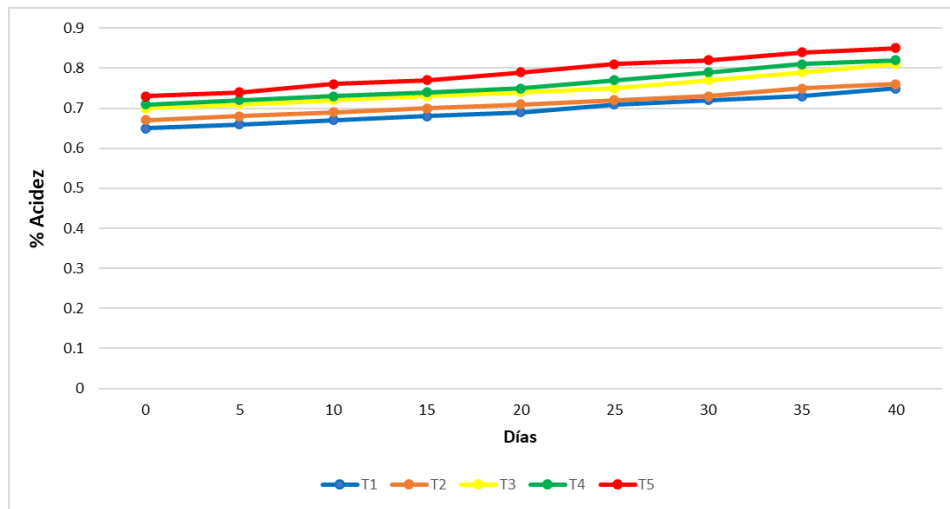
Según Duarte et al. (2024), en su investigación menciona que los resultados obtenidos en yogures que contenían cultivos protectores poseían un pH significativamente más bajo y una acidez titulable (%) más alta que la muestra control. En comparación a nuestros resultados, concuerdan que las variaciones de acidez son inversamente proporcionales al pH entre las variables, con un incremento significativo entre los días de almacenamiento.

Los valores de acidez titulable de las muestras de yogur griego fueron 0,79; 0,81; 0,82; 0,82 y 0,85 % respectivamente, a los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5. Estos hallazgos indican que los cultivos protectores contribuyen a la estabilidad del yogur griego ya que pueden controlar eficazmente la acidez durante el almacenamiento.

La acidez en el yogur griego es uno de los parámetros más importantes, ya que esta relacionada directamente con la fermentación láctica, Chandan y Kilara (2013), investigó que un yogur evidencia acidificación cuando, al haber llegado a un pH de corte de 4,6, las bacterias lácticas continúan replicándose, metabolizando y produciendo acidez por acción del ácido láctico y otros ácidos orgánicos. Según MINAGRI (2017), los valores de acidez oscilan entre 0,6 a 1,5 % provocando alteraciones en el sabor, estabilidad microbiológica y en la vida útil del producto. En este estudio, los valores de acidez obtenidos fueron entre 0,65 a 0,85 %, de ácido láctico, los cuales se encuentran dentro del rango reportado en la literatura. Principalmente el incremento de acidez se debe al cultivo utilizado como el *Lactobacillus rhamnosus* en proporciones de 1,0 a 4,0 % y a los cultivos fermentadores *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* de 2%, al control de calidad de la leche como materia prima, control de parámetros en el proceso de yogur griego, control del tiempo de fermentación, temperatura de incubación a 43°C y de almacenamiento a 5 °C. En el caso del yogur griego, el proceso de desuerado concentra los sólidos totales y puede influir en una percepción sensorial de mayor acidez debido a la reducción del contenido de suero.

Figura 8

Evaluación de la acidez titulable en el yogur griego durante el almacenamiento



En la Figura 8, se evidencia la variación del porcentaje de acidez titulable en el yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a 5 °C en refrigeración.

3.2.3 Sinéresis

Los resultados del ANOVA se muestran en la Tabla 21, correspondientes al porcentaje de sinéresis del yogur griego, producto de los tratamientos de cultivo protector añadidos durante el tiempo de almacenamiento.

Tabla 21

Análisis de varianza para el porcentaje de sinéresis

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Días	0,776	8	0,097	0,87	0,5
Tratamientos	0,252	4	0,063	0,56	0,86
Error	3,584	32	0,112		
Total	4,612	45			
Total corregido	0,766	44			
Modelo corregido					

Como se observa en la Tabla 21, el análisis de varianza realizado con un nivel de significancia del 5%, no mostró diferencias significativas en el % de sinéresis entre los tratamientos estudiados ($p > 0,05$). Se llevó a cabo la prueba de Tukey para comparar las medias.

Tabla 22*Prueba de Tukey para el porcentaje de sinéresis*

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
1	9	0,9167 ^b
2	9	0,9211 ^b
3	9	0,9244 ^b
4	9	0,9246 ^b
5	9	0,9356 ^b
Sig.		0,189

Según se muestra en la Tabla 22, los datos del % de sinéresis obtenidos en cada tratamiento de yogur griego, indican que el T1 (muestra control) tiene 0,91% siendo estadísticamente menor a los tratamientos T4, T3, T2 con una diferencia mínima. Mientras que el T5 tiene un porcentaje de sinéresis 0,94% siendo mayor a los demás tratamientos.

Duarte et al. (2024), en su investigación afirma que las muestras que llevaban cultivos protectores exhibieron una sinéresis significativamente menor a comparación con el yogur control, no habiendo variación significativa ($p > 0,05$) por lo tanto, nuestros resultados difieren con el autor debido a que al aumentar la dosis del cultivo protector a 2,0 % p/v resultó un aumento mínimo de la sinéresis durante el almacenamiento, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ente tratamientos.

Ruiz (2023), en su tesis determinó valores de porcentaje de sinéresis fue 0,781% como el valor más bajo y 6,783 % como el más alto, estos fueron cercanos, comparando nuestros resultados donde se obtuvo un promedio de 0,916 % para el T1 y para el T5 0,935%, esto se debe a que el yogur griego pasa por un proceso de filtración y tiempo de desuerado, siendo el porcentaje de sinéresis más bajo respecto a otros yogures convencionales. En general, el aumento de sinéresis de las muestras de yogur griego en el tiempo puede atribuirse al aumento de la acidez y la disminución del pH del producto, así como a la contracción de la red de gel a causa del enfriamiento (Chandan y Kilara, 2013)

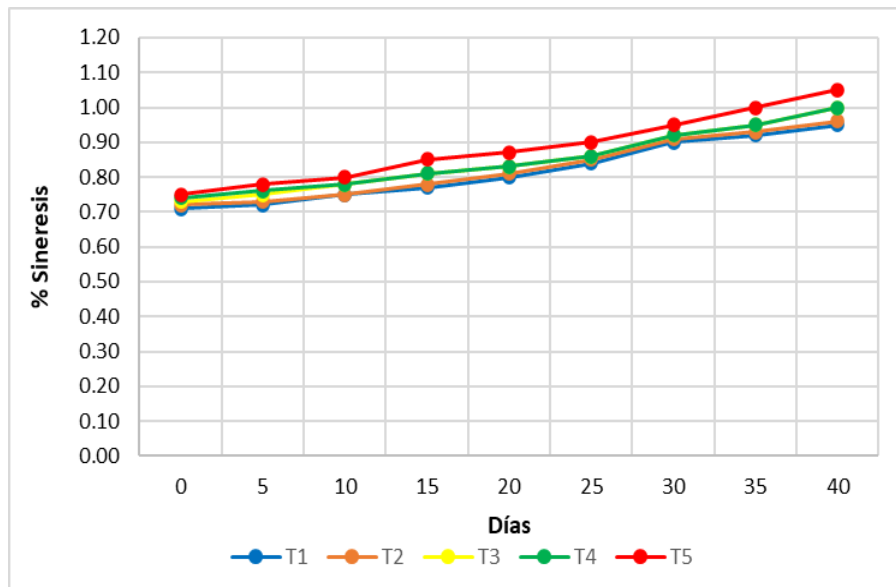
Según Lee y Lucey (2006), el fenómeno de sinéresis en los productos lácteos se produce a causa del reordenamiento de la red de micelas de caseína, provocando la expulsión del suero de la red proteica, la deformación del gel por excesiva acidificación,

exceso de tratamiento térmico, agitación brusca durante la incubación, contenido bajo de sólidos en la leche, inadecuada dosis de cultivos y baja producción de ácido láctico.

En nuestro estudio el defecto de sinéresis es relativamente baja en el yogur griego, debido a que el suero es drenado a través de la filtración durante un periodo de 12 horas, siendo controlado, envasado y almacenado en constante refrigeración. Los yogures que contenían porcentajes de cultivo protector T2, T3, T4 Y T5 mostraron un ligero aumento del porcentaje de sinéresis en el yogur griego a comparación al T1. Los valores obtenidos por los autores citados anteriormente difieren con los resultados en nuestro estudio; ya que los valores en los 5 tratamientos indicaron estar por debajo del 1,15 %, siendo este último el porcentaje máximo permitido en yogures concentrados, puesto que es un indicativo más que el cultivo protector puede ser utilizado en este tipo de producto, ya que el grado de sinéresis es más bajo en comparación a otros yogures.

Figura 9

Evaluación del porcentaje de sinéresis en el yogur griego durante el almacenamiento



En la Figura 9 se evidencia la variación del porcentaje de sinéresis en el yogur griego de los diferentes tratamientos durante el período de almacenamiento de 40 días a 5 °C en refrigeración.

3.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN EL YOGUR GRIEGO

Los datos obtenidos de los análisis microbiológicos del yogur griego se detallan en el ANEXO 8, que incluyen mohos, levaduras, coliformes, *E. coli* y BAL. La evaluación se realizó en función de los 40 días almacenados a 5 °C en refrigeración, mediante el método de placas 3M Petrifilm.

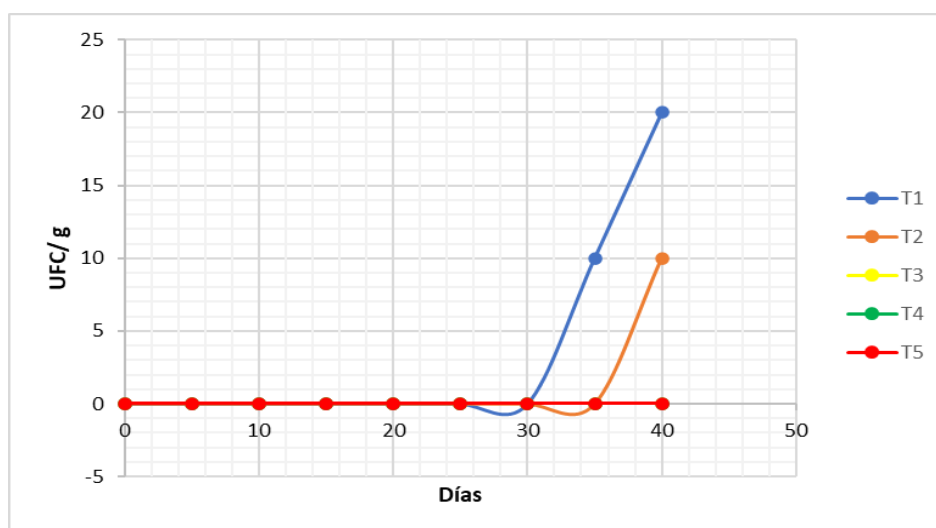
3.3.1 Evaluación del efecto de cultivo protector sobre mohos y levaduras

En la Tabla 46 y 47 se aprecia los valores obtenidos de la detección de mohos y levaduras en los diferentes tratamientos utilizando la técnica de placas 3M Petrifilm.

La figura 10 muestra que los resultados para el T1 (control) sin cultivo protector, presento un aumento en los recuentos de mohos a partir de los 35 días de almacenamiento con 10 UFC/g y alcanzando 20 UFC/g a los 40 días. El T2 que contiene una dosis de 1,0% de cultivo protector (LR), el cual provoco una disminución mínima en la formación de mohos, después de 35 días de almacenamiento con recuentos que alcanzaron 10 UFC/g a los 40 días.

Figura 10

Evaluación de mohos en el yogur griego durante el almacenamiento

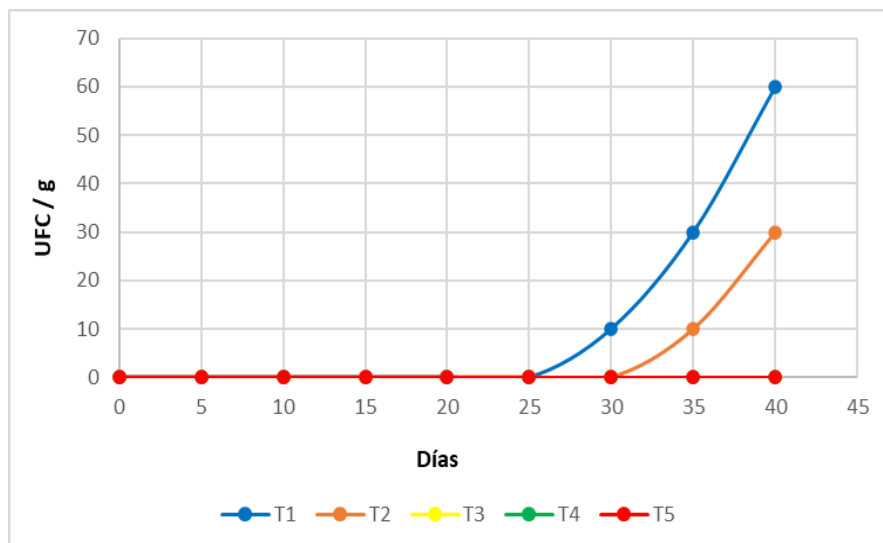


En cuanto a los tratamientos T3, T4 y T5 con dosis de cultivo protector 2,0; 3,0; y 4,0 %, respectivamente, presentaron mayor inhibición de mohos <10 UFC/g en el yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a una temperatura de 5 °C.

La figura 11 muestra que los resultados para el T1 (control) sin cultivo protector, presentó un aumento en los recuentos de levaduras a partir de los 30 días de almacenamiento con 10 UFC/g y alcanzando 60 UFC/g a los 40 días. El T2 que contiene una dosis de 1,0% de cultivo protector (LR), el cual provoco una disminución mínima en la formación de levaduras, después de 35 días de almacenamiento con recuentos que alcanzaron 30 UFC/g a los 40 días.

Figura 11

Evaluación de levaduras en el yogur griego durante el almacenamiento



En cuanto a los tratamientos T3, T4 y T5 con dosis de cultivo protector 2,0; 3,0; y 4,0 %, respectivamente, presentaron mayor inhibición de levaduras <10 UFC/g en el yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a una temperatura de 5 °C.

Duarte et al. (2024), en su investigación, demostró mediante sus resultados el potencial de los cultivos protectores como reemplazos viables para conservantes químicos, siendo estas formulaciones comparables en la inhibición de mohos y levaduras, particularmente cuando se utilizó *L. rhamnosus* al 0,2% v / v. Esto concuerda con lo experimentado en nuestro estudio, afirmando que hay un efecto positivo de inhibición con dosis de 2,0; 3,0 y 4,0 % concluyendo que a mayor porcentaje de cultivo protector mayor efecto de inhibición sobre mohos y levaduras.

Mendoza (2022), en su tesis, menciona que al final del almacenamiento, todas las bebidas fermentadas mostraron cantidades de mohos y levaduras en el rango de 12 a 28 Ufc/mL, cumpliendo con los requisitos de la normativa. Cuando se emplearon

en dosis baja (0,006 %) y alta (0,012 %) (T6 y T8), respectivamente. Los resultados observados en cuanto al uso de *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium s. p.* y pectina cítrica. En comparación, nuestros resultados son cercanos, siendo los recuentos de mohos y levaduras de 10 UFC/g y alcanzando 60 UFC/g a los 30 y 40 días respectivamente con dosis de T1(control) y T2(1,0) %, habiendo ausencia en los tratamientos T3, T4 y T5.

Campos y Taboada (2023), en la tesis muestra los resultados de los análisis microbiológicos, reportando en mohos y levaduras <10 UFC/g. Concordando con el autor coinciden con los valores de los tratamientos T3, T4 y T5. Así mismo, difieren en el T1 y T2, donde se produjo un aumento en la formación de mohos y levaduras después de 30 días de almacenamiento: levaduras 10 y 60 UFC/g a partir del día 35 y 40.

Olivares y Klotz (2020), evaluaron el crecimiento fúngico mediante una escala cualitativa. Los hallazgos revelaron que las distintas cepas de *Lactobacillus rhamnosus* y *Propionibacterium* exhibieron variaciones en su capacidad bioprotectora en medios cultivados con especies fúngicas, afirma que el tratamiento térmico redujo considerablemente el efecto fúngico de la mayoría de las muestras de 3 a 10 UFC/g. En comparación con el autor, estos fueron similares <10 UFC/g. Según lo mencionado anteriormente, la presencia de mohos y levaduras en productos lácteos puede ser el resultado de una higiene inapropiada, almacenamiento sin condiciones o contaminación cruzada. En particular, las levaduras pueden causar fermentación no deseada y afectar el sabor del yogur; algunas pueden sobrevivir en un entorno ácido como el yogur, especialmente si las condiciones de almacenamiento no son suficientes.

Thoysen (2017), el uso del cultivo protector (LR), ha demostrado tener una actividad fungistática superior, conformadas por las bacterias ácido lácticas con un nivel moderado. Esta actividad ha sido atribuida generalmente a una combinación de distintos mecanismos: competencia por nutrientes y espacio (interacción celular y comunicación celular); rendimiento del ácido orgánico (lactato, acetato); producción de compuestos antagonistas (péptidos, peróxido de hidrógeno, diacetilo, ácido benzoico y bacteriocinas). Si bien las interacciones y mecanismos de la actividad fungistática son complejos y difíciles de explicar, se puede afirmar que los cultivos protectores no destruyen hongos, solo retardan su crecimiento a través de distintos mecanismos: demora del desarrollo del micelio, el retraso o prevención de la esporulación, entre otros. Esto se corrobora con lo expuesto teóricamente en la práctica de nuestra investigación.

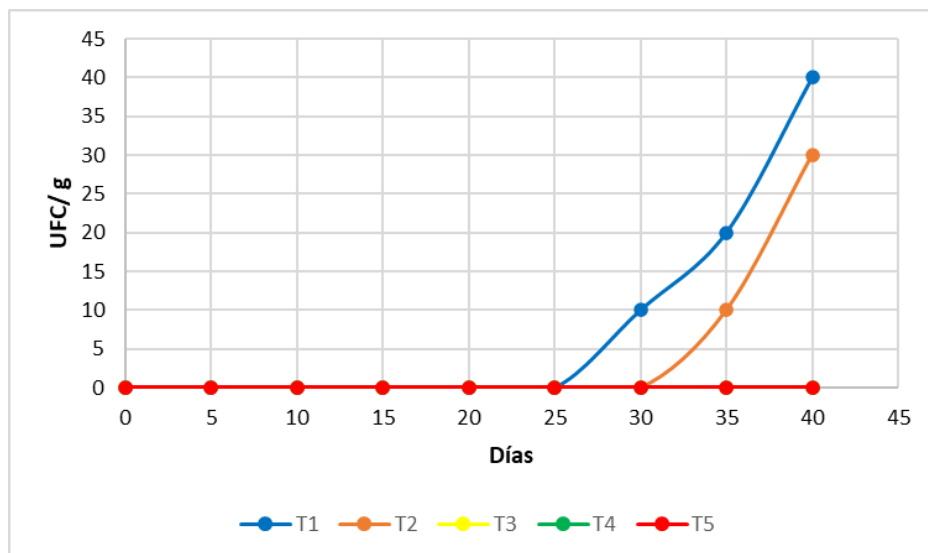
3.3.2 Evaluación del efecto de cultivo protector sobre coliformes y *E. coli*

En la Tabla 44 se aprecia los resultados de detección de coliformes en los diferentes tratamientos utilizando la técnica de placas 3M Petrifilm.

La figura 12 ilustra que el T1 (control) presentó recuentos de coliformes a partir de los 30 días de almacenamiento con 10 UFC/g y alcanzando 40 UFC/g a los 40 días. El T2 que contiene una dosis de 1,0% de cultivo protector (LR), el cual provocó una detención en la formación de coliformes, después de 35 días de almacenamiento con recuentos que alcanzaron 30 UFC/g a los 40 días.

Figura 12

Evaluación de coliformes en el yogur griego durante el almacenamiento



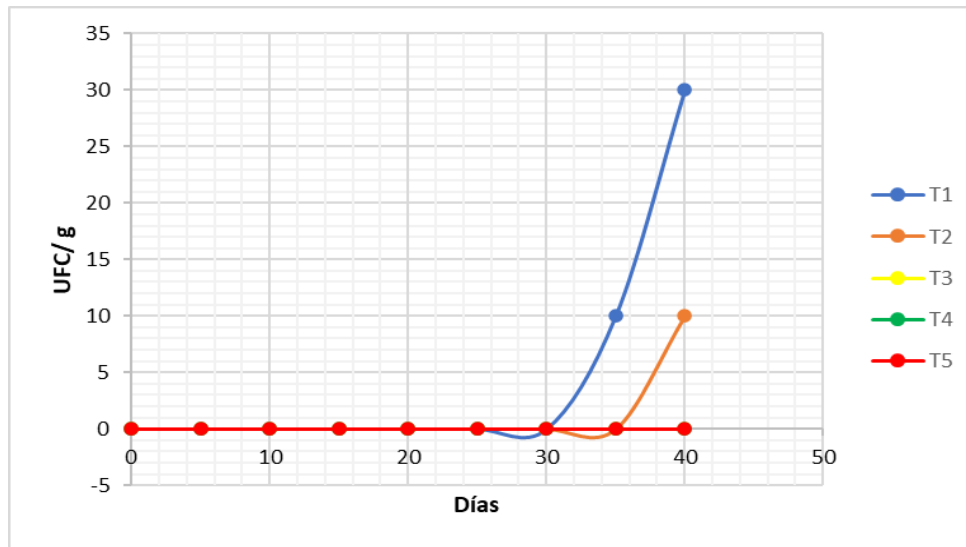
En cuanto a los tratamientos T3, T4 y T5 con dosis de cultivo protector 2,0; 3,0; y 4,0% respectivamente, presentaron retardo en el crecimiento de coliformes en el yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a una temperatura 5 °C.

En la Tabla 45 se aprecia los resultados de detección de *E. coli* en los diferentes tratamientos utilizando la técnica de placas 3M Petrifilm.

La figura 13 ilustra que el T1 (control) presentó recuentos de *E. coli* a partir de los 35 días de almacenamiento con 10 UFC/g y alcanzando 30 UFC/g a los 40 días. El T2 que contiene una dosis de 1,0% de cultivo protector (LR), el cual provocó una detención en la formación de coliformes, después de 35 días de almacenamiento con recuentos que alcanzaron 10 UFC/g a los 40 días.

Figura 13

Evaluación de E. coli en el yogur griego durante el almacenamiento



En cuanto a los tratamientos T3, T4 y T5 con dosis de cultivo protector 2,0; 3,0; y 4,0% respectivamente, presentaron retardo en el crecimiento de coliformes en el yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a una temperatura 5 °C.

Mendoza (2022), en su tesis menciona que al final del almacenamiento, todas las muestras de yogur presentaron ausencia de *E. coli*, y coliformes entre 6 a 10 Ufc/mL. Acorde con nuestra investigación estos datos son semejantes ya que hubo ausencia de *E.coli* y presencia de coliformes menores a <10 en los tratamientos T3, T4 y T5 con cultivo protector, en cuanto a los T1 control y T2 presentaron crecimiento de coliformes a partir del día 30 y 35, esto debido que no llevaban el cultivo protector o contenían baja dosis, se deduce según la práctica que hay un efecto positivo en la inhibición de patógenos retardando su crecimiento ya que la fermentación y el ambiente ácido del yogur son efectivos para inhibir el crecimiento de coliformes y *E. coli*.

Valera (2019), en su trabajo de tesis, examinó el impacto de un cultivo protector comercial, *Lactobacillus rhamnosus*, en la proliferación de *E. coli* en leche fresca. Evaluó el efecto del inóculo sobre el crecimiento de *E. coli* mediante el recuento en placa de UFC/mL, utilizando láminas petrifilm. Las muestras inoculadas y el control se almacenaron a temperatura de refrigeración (4-8°C) durante 24 horas, realizando recuentos a las 0 horas, 8 horas y 24 horas. Los resultados indica un efecto significativo sobre el crecimiento de las UFC/mL de *E. coli* de 54×10^3 a 15×10^3 UFC/mL. Comparando

con nuestros resultados se puede decir a mayor concentración de cultivo de *L. rhamnonsus* existe un menor crecimiento poblacional de colonias de *E. coli*.

Los hallazgos examinados en este estudio son similares a los expuestos por Olivares y Klotz (2020), quienes demostraron en su investigación el impacto de *L. rhamnonsus* sobre una población de *E. coli* inoculado en yogur, trabajaron con 4 muestras, una muestra patrón y 3 muestras con concentraciones de 10^3 UFC/mL de cultivo *L.rhamnonsus*, obteniendo un efecto de inhibitorio en las muestras aplicadas.

Estas bacterias poseen acción probiótica y protectora en el alimento sobre microorganismos deteriorantes y patógenos, que se genera por la producción de compuestos con capacidad antimicrobiana, como ácidos orgánicos, peróxido de hidrogeno, diacetilo, péptidos y bacteriocinas (Todororov y Dicks, 2005).

Chero (2023), en su tesis demostró a través de los resultados de *Escherichia coli* fueron similares a los de Coliformes <10 UFC/g. La presencia de esta bacteria es un indicador de contaminación en la leche y agua por medio de heces, manos, utensilios y en tanques de transporte o almacenamiento que no se han limpiado o desinfectado a fondo, estos microorganismos suelen causar mastitis leve o aguda, su ausencia permite comprobar la calidad higiénico-sanitaria del producto. Al no haber un crecimiento en placa, concluimos que los yogures griegos no se encuentran contaminadas, teniendo un adecuado manejo de BPM y PHS durante la producción.

El recuento de Coliformes dio como resultado <10 UFC/g, indicando de esta manera que se encuentra en el rango permitido por el MINAGRI (2017), por tanto, se puede confirmar que se realizó un adecuado tratamiento térmico a la leche, caso contrario los resultados serían muy por encima de los reportados en la Tabla 6. Es importante señalar que durante el proceso de elaboración de yogur griego se aplicaron las dosis de cultivo protector correctamente, así como las buenas prácticas de manufactura, lo que permitió obtener un producto con características aceptables.

En la Figura 12 y 13 se muestra los resultados del recuento de coliformes y *E. coli* a través de los 40 días de almacenamiento. Según MINAGRI (2017), para leches fermentadas establece que deberán cumplir con los requisitos del contenido mínimo del microorganismo específico.

3.3.3 Evaluación de las Bacterias Ácido Lácticas en el yogur griego

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 23, correspondientes al recuento de bacterias ácido lácticas en el yogur griego de los distintos tratamientos.

Tabla 23

Análisis de varianza para BAL

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Días	4221,600	8	527,700	24,140	<0,001
Tratamientos	281397,689	4	70349,422	3218,221	<0,001
Error	699,511	32	21,860		
Total	1038263,000	45			
Total, corregido	286318,800	44			

Se puede observar en la Tabla 23 que el ANOVA con un nivel de significancia del 5% mostró altamente diferencias significativas para la población de bacterias ácido lácticas entre los tratamientos estudiados ($p < 0,05$). Se llevó a cabo la prueba de Tukey para comparar las medias.

En la Tabla 24, se observa que la población UFC/g de BAL entre los tratamientos presenta diferencia significativa.

Tabla 24

Prueba de Tukey para BAL

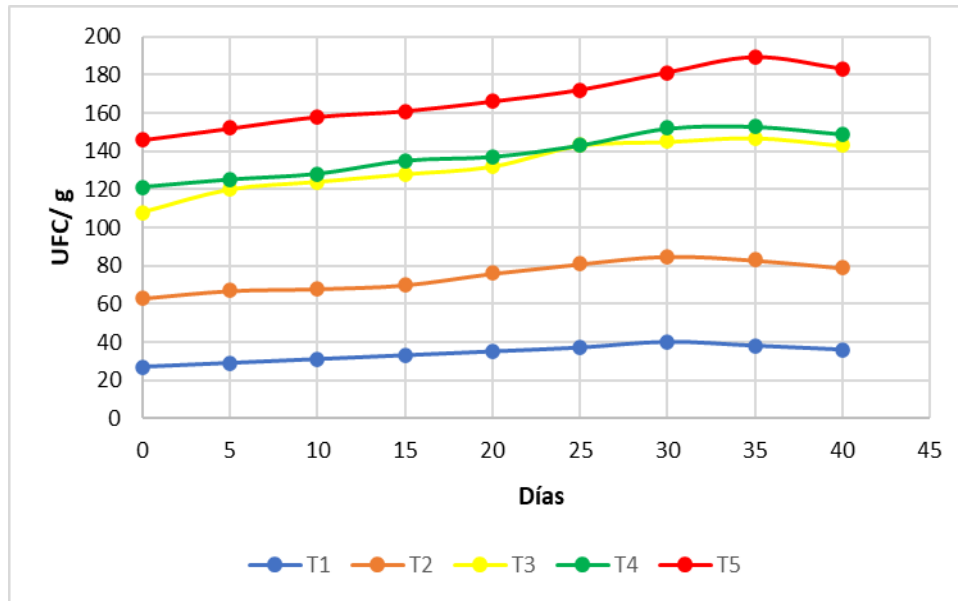
Tratamientos	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
1	9	34x10 ⁷ ^d			
2	9		75x10 ⁸ ^c		
3	9			132 x10 ⁸ ^b	
4	9			138 x10 ⁸ ^b	
5	9				167 x10 ⁸ ^a
Sig.		1,000	1,000	0,065	1,000

Según los datos obtenidos en la tabla 46 de cada tratamiento, se observa que los yogures griegos que contenían cultivo protector (LR) T5 tiene 167x10⁸ UFC/g, una población mayor de BAL.

Lo que indica estadísticamente que es superior a los tratamientos T4, T3 y T2. Mientras que el T1 control que contenía solo cultivo iniciador (ST+LB) tiene 34×10^7 UFC/g, una población de BAL menor a los otros tratamientos.

Figura 14

Evaluación de las BAL en el yogur griego durante el almacenamiento



En la Figura 14, muestra la variación poblacional de las bacterias ácido lácticas UFC/g, en el yogur griego durante el período de almacenamiento de 40 días a 5 °C en refrigeración, no se vieron afectada a su supervivencia durante el periodo de almacenamiento, ya que la competencia por el sustrato se vio reducida.

Chicharro (2020), establece que la totalidad de los microorganismos involucrados en la fermentación láctica deben estar vivos y presentes en el producto final, con una concentración mínima de 1×10^7 unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro. Esto es similar con lo obtenido en el control T1 por la razón que este solo contenía ST y LB.

Campos y Taboada (2023), en su tesis obtuvo un yogur de soya con jarabe de yacón y pulpa de fresa con recuento de 4×10^8 UFC/g *Lactobacillus rhamnosus*. En comparación con lo investigado en nuestro estudio los resultados fueron cercanos con; T2 (75×10^8); T3 (132×10^8); T4 (138×10^8) y T5 (167×10^8) UFC/g, esto debido a las diferentes dosis de cultivo protector respectivamente (1,0) ;(2,0) ;(3,0) y (4,0) %.

Concordando con Castillo Escandón et al. (2019), quien indica que la cantidad ingerida de *Lactobacillus* debe estar en el rango de $10^8 - 10^9$ UFC/g.

Según Monroy et al. (2009), las bacterias ácido lácticas (BAL) pueden cambiar los carbohidratos en ácido láctico u otros metabolitos, las caseínas en péptidos y aminoácidos libres, y la grasa de la leche en ácidos grasos libres durante la fermentación. Las bacteriocinas son péptidos con actividad antimicrobiana, segregadas por un gran número de BAL para inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores de nutrientes y espacio.

La mayor parte de las BAL que generan bacteriocinas funcionan en la membrana de células susceptibles, alterándola y haciéndola permeable a través de la creación de poros o canales iónicos (Grande et al., 2005). Esto permite que compuestos como potasio, fosfato, ATP y aminoácidos se escapen, lo cual reduce la producción de macromoléculas y, por consecuencia, provoca la muerte celular. (Gonzales et al., 2003).

Tabla 25

Resumen de los análisis microbiológicos en el yogur griego durante almacenamiento

Análisis microbiológicos	Requisitos MINAGRI 007-2017	Resultados				
		T1	T2	T3	T4	T5
Mohos y Levaduras (UFC/g)	m<10 y M 10^2	10	10	<10	<10	<10
Coliformes y <i>E. coli</i> (UFC/g)	m<10 y M 10^2	60	30	<10	<10	<10
Bacterias ácido lácticas (UFC/g)	Min. 10^7	34×10^7	75×10^8	132×10^8	138×10^8	167×10^8

La tabla 25 se evidencio el análisis microbiológico del yogur griego en los distintos tratamientos, todos se encontraron aptos para el consumo humano ya que cumple con los requisitos que exige MINAGRI (2017), obteniendo los mejores resultados en los T3, T4 y T5: con levaduras y mohos (UFC/g) <10, Coliformes y *E. coli* (UFC/g) <10 y Bacterias ácido lácticas (BAL) entre 30 a 300 (UFC/g) mayores a 10^8 .

3.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN EL YOGUR GRIEGO

3.4.1 Evaluación sensorial afectiva

Los resultados de la evaluación sensorial del yogur griego se aprecian en el ANEXO 9, de los atributos color, olor, sabor y apariencia general, utilizando una prueba afectiva con escala hedónica de 7 puntos en esta evaluación participaron 30 panelistas no entrenados. Para el análisis, se aplicó un nivel de significancia del 5% y se utilizó un diseño (DBCA).

3.4.2 Color

En la Tabla 47, se muestra los resultados para el “atributo color”, evaluados por los panelistas.

Según los valores proporcionados en la Tabla 26, para el atributo color con un nivel de significancia del 5%, se observa que no hay una diferencia significativa entre tratamientos; esto se atribuye como resultado a la evaluación y calificación por los panelistas en el análisis sensorial del yogur griego.

Tabla 26

Análisis de varianza para el atributo color

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	35,600	29	1,228	3,261	0,190
Tratamientos	24,733	4	6,183	16,426	0,198
Error	43,667	116	0,376		
Total	4808,000	150			
Total corregido	104,000	149			

No hubo diferencia significativa del color en el yogur griego entre tratamientos, siendo agradable a la vista los panelistas, con una tonalidad de blanco natural, esto debido a que no contiene ningún tipo de aditivo alimentario. La dosis de cultivo protector no alteró el color dominante de la leche durante la elaboración. Esto se asemeja a lo expuesto por Torres (2017), quien menciona que el yogur varía entre un color blanco a crema.

Tabla 27

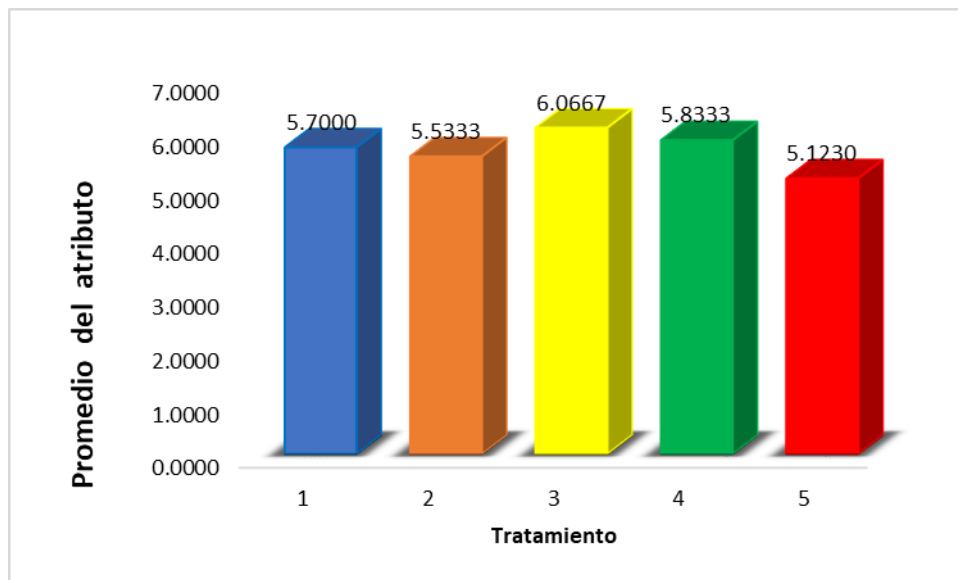
Prueba Tukey para el atributo color

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
5	30	5,1230 ^c		
2	30		5,5333 ^b	
1	30		5,7000 ^b	
4	30		5,8333 ^b	
3	30			6,0667 ^a
Sig.		1,000	0,327	0,148

En la Tabla 27, la interpretación de los datos revela que el color del T3 con un promedio de 6,06 es superior estadísticamente a los demás tratamientos T4, T1, T2 Y T5, con un promedio de 5,83; 5,70; 5,53 y 5,12 respectivamente en la escala de valoración.

Figura 15

Promedio para el atributo color en los tratamientos



En la Figura 15, se aprecia los resultados del atributo color, de acuerdo a los panelistas el T3 tuvo (6,0667) una calificación promedio superior a los demás, indicando que les gusta mucho, en cuanto a los tratamientos T4(5,8333), T1(5,7000) y T2(5,533) obtuvieron un puntaje similar indicando que les gusta, mientras el T5 obtuvo un puntaje menor de (5,1230), refiriéndose que les gusta ligeramente el color del yogur griego.

3.4.3 Olor

La tabla 48, muestra los resultados para el “atributo olor”, evaluados por los panelistas.

Tabla 28

Análisis de varianza para el atributo olor

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	13,973	29	0,482	1,614	<0,039
Tratamientos	17,773	4	4,443	14,885	<0,001
Error	34,627	116	0,299		
Total	4748,000	150			
Total corregido	66,373	149			

En la Tabla 28 de acuerdo con los valores dados en el ANOVA, con un nivel de significancia del 5%, podemos deducir que hay “diferencia estadística significativa” entre los tratamientos para el atributo olor del yogur griego.

Tabla 29

Prueba de Tukey para el atributo olor

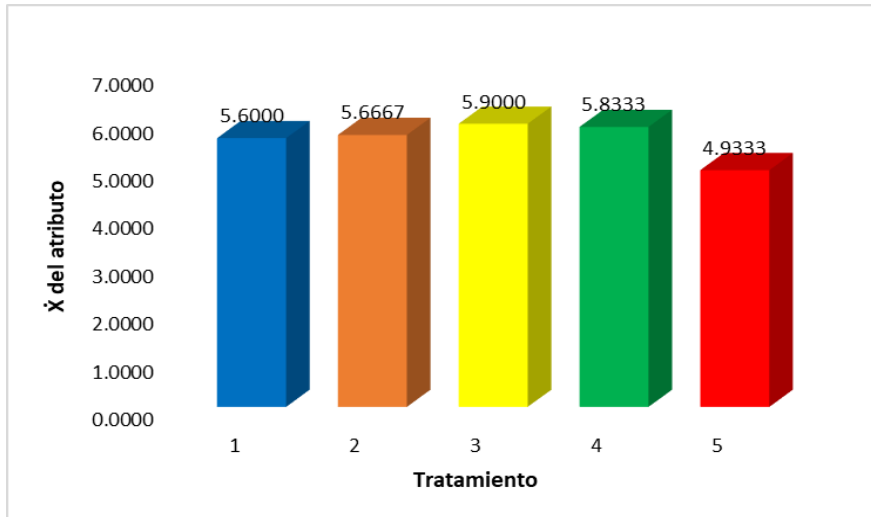
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
5	30	4,9333 ^a	
1	30		5,6000 ^b
2	30		5,6667 ^b
4	30		5,8333 ^b
3	30		5,9000 ^b
Sig.		1,000	0,216

Los resultados de la prueba de Tukey para el atributo olor están detallados en la Tabla 29. La interpretación de los resultados manifiesta que existe diferencia significativa en olor del T3, con un promedio de 5,90, que es superior estadísticamente a los demás tratamientos T4, T2 y T5, con un promedio de 5,83; 5,66; 5,60 y 4,93 respectivamente. Mientras que el tratamiento T1 es 4,93 inferior a los demás tratamientos en la escala de valoración.

Chandan y Kilara (2013), mencionan la importancia del ácido láctico. Además, puede contribuir o acentuar el aroma a nuez del yogur.

Figura 16

Promedio para el atributo olor en los tratamientos



En la Figura 16, muestra los resultados del atributo olor; según los panelistas, el T3 tuvo (5,900) una calificación promedio superior a los demás, indicando que les gusta. En cuanto a los tratamientos T4 (5,8333), T2 (5,6667) y T1 (5,6000) obtuvieron un puntaje similar, indicando que les gusta ligeramente, mientras el T5 obtuvo un puntaje menor (5,6217), refiriéndose a que no les gusta ni les disgusta el olor del yogur griego.

Campos y Taboada (2023), en su análisis sensorial obtuvo la mejor corrida para la obtención del yogur con un puntaje en aroma de 4,85 promedio, refiriéndose a que les gusta ligeramente. En comparación a nuestro estudio, estos puntajes fueron cercanos, ya que el mejor tratamiento del atributo olor fue el T3 con un puntaje promedio de 5,90, indicando que les gusta.

El olor del yogur deriva principalmente del delicado equilibrio entre los compuestos originales de la leche y los metabolitos secundarios sintetizados por la fermentación bacteriana del ácido láctico. Los estudios han esclarecido que la relación simbiótica entre *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* promueve la producción de compuestos orgánicos volátiles.

Risco (2006), menciona que el diacetilo y acetaldehído, una vez que son degradados por los *lactobacillus*, en la vía del piruvato, se liberan al medio extracelular donde se genera el aroma característico del yogur y productos lácteos.

3.4.4 Sabor

Los resultados del ANOVA determinaron si existen diferencias entre los tratamientos en cuanto al atributo sabor del yogur griego en sus distintos tratamientos. En la Tabla 30, se muestra los resultados para el “atributo sabor”, evaluados por los panelistas.

Tabla 30

Análisis de varianza del atributo sabor

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	35,100	29	1,210	1,959	0,006
Tratamientos	48,733	4	12,183	19,720	<0,001
Error	71,667	116	0,618		
Total	4057,000	150			
Total corregido	155,500	149			

Los resultados de la tabla 30 corroboran que hay diferencias notables entre los tratamientos analizados en lo que respecta al atributo del sabor, con un nivel de significancia del 5%. Luego, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey.

La Tabla 31 contiene los resultados de la prueba de Tukey para el atributo sabor. Los datos indican que al menos uno de los tratamientos presenta diferencias significativas en esta característica. En particular, el tratamiento T3 se distingue con una calificación de 5,83, seguido por el T4 (con un promedio de 5,66), que sobrepasa estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T5, que tienen promedios de 4,96; 4,70 y 4,33 respectivamente.

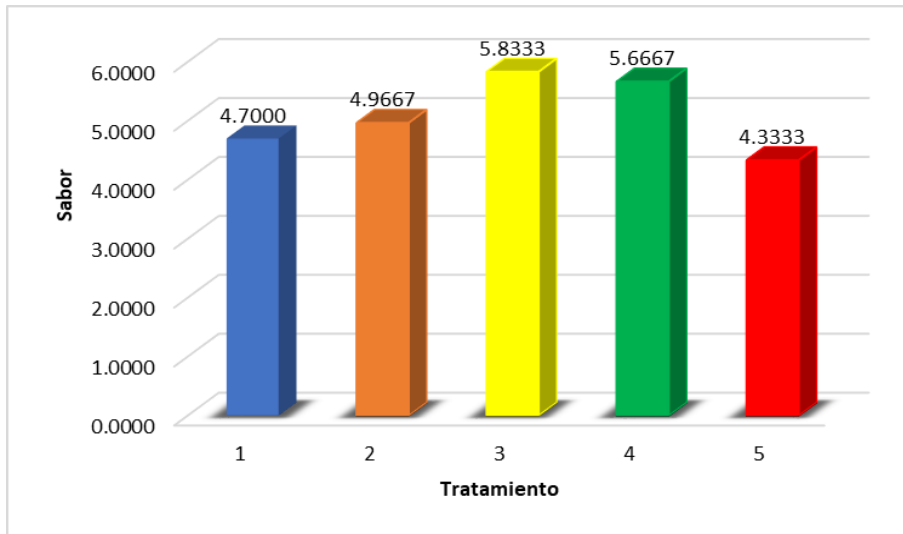
Tabla 31

Prueba de Tukey para sabor

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
5	30	4,3333 ^c		
1	30	4,7000 ^c	4,7000 ^b	
2	30		4,9667 ^b	
4	30			5,6667 ^a
3	30			5,8333 ^a
Sig.		0,375	0,683	0,924

Figura 17

Promedio para el atributo sabor en los tratamientos



En la Figura 17, se observa los resultados del atributo sabor; según los panelistas, el T3 tuvo (5,8333) una calificación promedio superior a los demás, indicando que les gusta. En cuanto a los tratamientos T4 (5,6667), T2 (4,9667) y T1 (4,7000) obtuvieron un puntaje similar, indicando que les gusta ligeramente, mientras el T5 obtuvo un puntaje menor (4,3333), refiriéndose a que no les gusta ni les disgusta el sabor del yogur griego.

3.4.5 Apariencia

La Tabla 32, se evidencia los resultados del análisis de varianza que se realizó para identificar si hay diferencias significativas en la apariencia general del yogur griego entre los distintos tratamientos.

Tabla 32

Análisis de varianza del atributo apariencia general

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	18,673	29	0,644	1,452	0,085
Tratamientos	22,573	4	5,643	12,729	<0,001
Error	51,427	116	0,443		
Total	4285,000	150			
Total corregido	92,673	149			

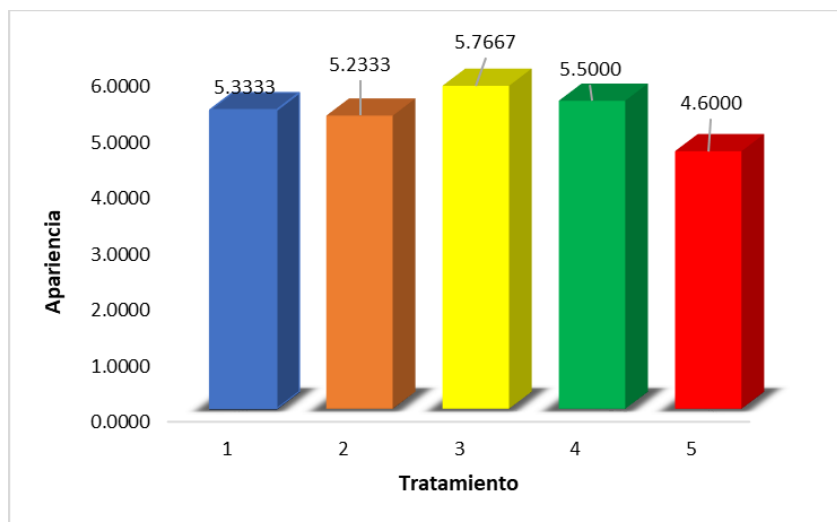
Según la Tabla 32, el análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general del yogur griego revela diferencias significativas entre los tratamientos. Esto sugiere que al menos uno de los tratamientos presenta una apariencia distinta en comparación con los otros.

Tabla 33
Análisis de varianza para el atributo apariencia

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
5	30	4,6000 ^c		
2	30		5,2333 ^b	
1	30		5,3333 ^b	
4	30		5,5000 ^b	
3	30			5,7667 ^a
Sig.		1,000	0,532	0,093

Se presentan en la Tabla 33 los resultados de la prueba de Tukey aplicada a los tratamientos analizados en la investigación para evaluar la apariencia general. Esta prueba confirma la existencia de que hay diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. En particular, los tratamientos T3 y T4 con promedios de 5,76 y 5,50 destacan de manera estadísticamente significativa, superando a los tratamientos T1, T2 y T5, con valores promedios de 5,77; 5,50 y 5,33, respectivamente.

Figura 18
Promedio para el atributo apariencia general en los tratamientos



En la Figura 18, se observa los resultados del atributo apariencia general; según los panelistas, el T3 tuvo (5,7667) una calificación promedio superior a los demás, indicando que les gusta. En cuanto a los tratamientos T4 (5,5000), T1 (5,3333) y T2 (5,2333) obtuvieron un puntaje similar, indicando que les gusta ligeramente, mientras el T5 obtuvo un puntaje menor (4,6000), refiriéndose a que no les gusta ni les disgusta la apariencia del yogur griego.

3.5 Evaluación sensorial descriptiva

Se logró definir los atributos adecuados, que caracterizan al yogur griego con adición del cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en los distintos tratamientos, se evaluó la intensidad de los atributos en color, olor, sabor y apariencia general, utilizando una ficha descriptiva (ANEXO 2) y con la participación de 15 panelistas semi entrenados.

Tabla 34

Resultados de la prueba descriptiva en el yogur griego

TRATAMIENTOS	ATRIBUTOS			
	Color	Olor	Sabor	Apariencia General
T1 (control)	Blanco natural característico	Lácteo poco aromático	Ligeramente ácido	Homogéneo, espeso, cremoso
T2	Blanco natural característico	Lácteo poco aromático	Ligeramente ácido	Homogéneo, espeso, cremoso
T3	Blanco natural característico	Lácteo aromático	Moderadamente ácido	Homogéneo, espeso, cremoso
T4	Blanco natural característico	Lácteo aromático	Moderadamente ácido	Homogéneo, espeso, cremoso
T5	Blanco natural característico	Lácteo aromático	Moderadamente ácido	Presencia de grumos, Espeso, poca sinéresis

Los valores obtenidos del análisis sensorial descriptivo en cuanto a los atributos color, olor, sabor y apariencia general de los tratamientos se encuentran en el ANEXO 10. De acuerdo al criterio de los panelistas, se evidenciaron patrones similares, pero existen diferencias en sus atributos, como se evidencia en la Tabla 34.

Se observa que el atributo color no tuvo diferencia entre los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 siendo de un color blanco natural característico. Para el atributo olor, se estableció que los tratamientos T1 y T2 presentan un olor a lácteo poco aromático y T3, T4 y T5, un olor lácteo aromático. En cuanto al atributo sabor en T1 y T2 fue ligeramente ácido y para T3, T4 y T5, moderadamente ácido. Mientras que para el atributo Apariencia general, T1, T2, T3, T4 mostraron mejor aspecto, a diferencia del T5 que tiene presencia de grumos, siendo espesa y de poca sinéresis. Por lo tanto, se dedujo que los tratamientos T3 y T4 fueron los mejores por su olor (lácteo aromático), color (blanco característico), sabor (moderadamente ácido) y de apariencia (homogéneo, espeso y cremoso al paladar).

Tabla 35

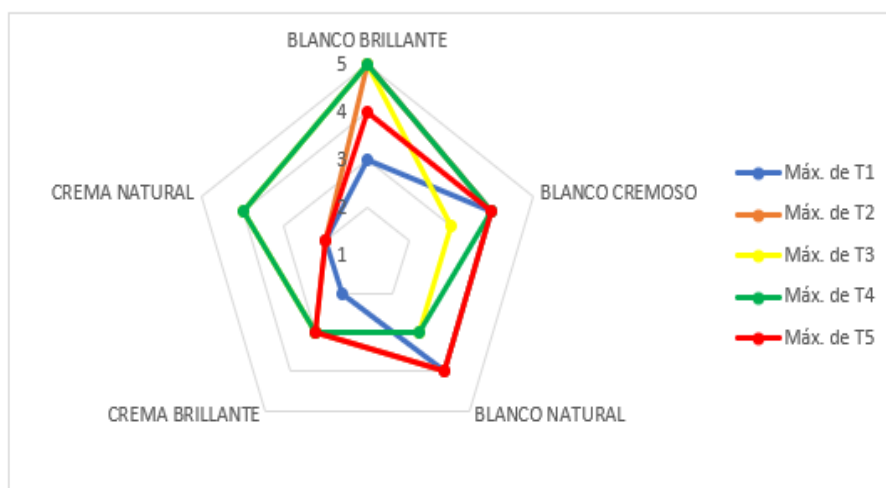
Evaluación de la prueba descriptiva para color en el yogur griego

Característica sensorial	Descriptor	Intensidad
Color	CREMA BRILLANTE	1
	CREMA NATURAL	2
	BLANCO CREMOSO	3
	BLANCO BRILLANTE	4
	BLANCO NATURAL	5

Según la Tabla 35, se detallan las características descriptivas del atributo color para el yogur griego, dándole una valoración de acuerdo a la intensidad.

Figura 19

Representación radar del color



De acuerdo a la Figura 19, para el análisis sensorial del atributo color en el yogur griego, según la calificación dada por los panelistas, se obtuvo que los tratamientos T2, T3 y T4 alcanzaron una calificación de 5, indicando la intensidad del color blanco natural como predominante mientras que para el tratamiento T5 un color blanco brillante y para T1 color blanco cremoso con una calificación de 4 y 3 respectivamente.

Según la Tabla 36, se detallan las características descriptivas del atributo olor para el yogur griego, lo que le da una evaluación por intensidad.

Tabla 36

Evaluación de la prueba descriptiva olor en el yogur griego

Característica sensorial	Descriptor	Intensidad
Olor	FERMENTADO DESAGRADABLE	1
	INODORO	2
	LÁCTEO POCO AROMÁTICO	3
	LÁCTEO AROMÁTICO	4
	LÁCTEO MUY AROMÁTICO	5

Figura 20

Representación radar del olor



En la Figura 20, con respecto al atributo olor, se obtuvo que los tratamientos T3, T4 y T5 alcanzaron una calificación de 4, indicando que el yogur griego es lácteo aromático; en cuanto a los tratamientos T2 y T1 se consiguió un olor de intensidad lácteo poco aromático evidenciándose patrones semejantes por los panelistas.

Tabla 37

Evaluación de la prueba descriptiva sabor en el yogur griego

Característica sensorial	Descriptor	Intensidad
Sabor	AMARGO /RANCIO	1
	DULCE	2
	LIGERAMENTE ÁCIDO	3
	MODERADAMENTE ÁCIDO	4
	MUY ÁCIDO	5

Según la Tabla 37, se detallan las características descriptivas del atributo sabor para el yogur griego, dándole una valoración de acuerdo a la intensidad.

Figura 21

Representación radar del sabor



En la Figura 21, se muestran los resultados del atributo sabor; de acuerdo con los panelistas, los tratamientos T3, T4 y T5 tuvieron una intensidad de 4 promedio superior a los demás, definiendo un sabor moderadamente ácido, mientras que para los tratamientos T2 y T1 un sabor ligeramente ácido. T3 se ubicó en posición intermedia, con 3 en 'moderadamente ácida'. En conjunto, T4 y T5 son los tratamientos con mejor aceptación de sabor, aunque con perfiles sensoriales distintos: T4 más intenso y T5 más equilibrado.

Tabla 38

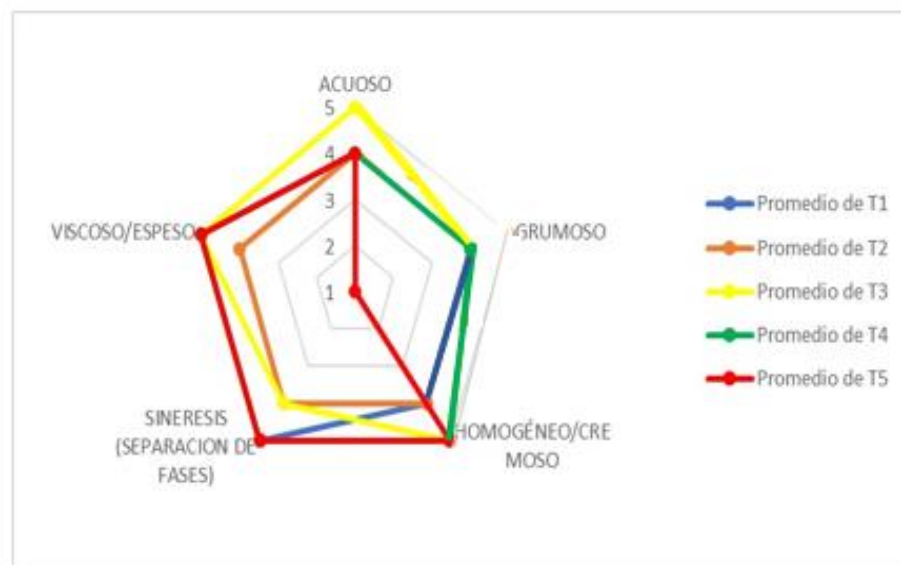
Evaluación de la prueba descriptiva apariencia general en el yogur griego

Característica sensorial	Descriptor	Intensidad
Apariencia General	GRUMOSO	1
	SINERESIS (SEPARACION DE FASES)	2
	ACUOSO	3
	HOMOGÉNEO/CREMOSO	4
	VISCOSO/ESPESO	5

Según la Tabla 38, se detallan las características descriptivas del atributo apariencia general para el yogur griego, dándole una valoración de acuerdo a la intensidad.

Figura 22

Representación radar de apariencia general



En la Figura 22, se presentan los resultados del atributo apariencia general; evaluados por los panelistas, donde el T3, T4 Y T5 tuvieron una intensidad promedio de 5 superior a los otros tratamientos, indicando la apariencia viscosa /espesa, en el caso del T5 se vio reflejada una presencia de pequeños grumos y sinéresis. En cuanto al tratamiento T2 se obtuvo una intensidad de 4, indicando su apariencia de homogéneo cremoso, mientras el T1 obtuvo una apariencia del yogur griego entre homogénea/cremosa y viscosa/espesa.

CONCLUSIONES

- Se evaluó el efecto de un cultivo protector en el yogur griego, el cual mantuvo el pH dentro del rango óptimo (4,0–4,6), con valores de 4,29 en el control (T1) y 4,23 en el tratamiento T5, sin diferencias relevantes entre tratamientos. En cambio, la acidez titulable mostró un incremento positivo, alcanzando 0,93 % en T5 frente al 0,79 % del control, lo que favorece la conservación y el perfil sensorial. La sinéresis se mantuvo baja en todos los casos (0,91–0,93 %), sin diferencias significativas. Se concluye en conjunto que el cultivo protector contribuyó a mejorar la calidad y conservación del yogur griego sin alterar de manera drástica sus características fisicoquímicas.
- Se analizó el efecto de un cultivo protector en el yogur griego, se logró reducir los recuentos de mohos, levaduras y coliformes por debajo de <10 UFC/g. Los tratamientos T3 (2,0%) y T4 (3,0%) fueron los más efectivos, al mostrar una mayor inhibición del crecimiento de mohos y levaduras, así como una leve reducción en coliformes, en comparación con el tratamiento control (T1). Además, presentaron un incremento significativo en el recuento de bacterias ácido lácticas (BAL), con valores en el T3 de (132 x10⁸) y en T4 (138×10⁸) UFC/g. En general, se concluye que el uso de un cultivo protector tuvo efecto positivo en la calidad microbiológica y de viabilidad en BAL en el yogur griego.
- Se conoció el efecto de un cultivo protector sobre las características sensoriales, el cual mejoró los atributos en el olor, sabor y apariencia, pero sin cambios en el color, mediante la prueba afectiva y descriptiva en el yogur griego. Destacando a los tratamientos T3 (2,0%) y T4 (3,0%) fueron lo más aceptables sensorialmente con puntuaciones promedio de 5,83 y 5,66.

Por lo tanto, se consolidó como mejor tratamiento al T3, debido a que tuvo mayor aceptación general en pH y acidez óptimo, bajo porcentaje de sinéresis y reducción de carga microbiana de mohos y levaduras con la incorporación del cultivo protector (LR) al 2,0% p/v demostrando que el cultivo protector es una alternativa natural que previene el deterioro e inhibe el crecimiento contra microorganismos indeseables, reduciendo el uso de los conservantes químicos en el yogur griego.

RECOMENDACIONES

- ✓ Analizar la estabilidad microbiológica del yogur griego con cultivo protector bajo diferentes condiciones de conservación (temperatura ambiente y refrigeración), con el fin de optimizar su vida útil sin comprometer la calidad.
- ✓ Se recomienda continuar con investigaciones que analicen la sinergia entre el cultivo protector con cepas específicas de *L. plantarum*, *L. paracasei* y *P. shermanii* y su respectiva aplicación en el yogur griego, para determinar la combinación más eficaz en la inhibición microbiana.
- ✓ Se sugiere cuantificar la cantidad de lactosa en el yogur griego utilizando el equipo Lactosens aplicando diferentes dosis de cultivo protector basadas en los tratamientos evaluados en esta investigación.
- ✓ Se recomienda evaluar el efecto del cultivo protector sobre la viscosidad y el contenido de proteína en el yogur griego, debido a que ambos parámetros influyen directamente en la textura y en la aceptación sensorial del yogur griego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3M. (2017). *Placa para recuento de Bacterias Ácido Lácticas 3M® Petrifilm®*. México.
- Aguayo, C. M. (2023). *Evaluación de la calidad higiénica de la leche cruda producida en establos en la provincia de Cañete - Perú*. Tesis de grado, Univerisdad Ricardo Palma - Facultad de ciencias biológicas, Lima - Perú.
- Ayala, A., Muñoz, M. F., & Argüelles, S. (2014). Lipid peroxidation: Production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxynonenal. . *Free Radical Research*, 1627–1638. Obtenido de <https://doi.org/10.3109/10715762.2014.954768>
- Bautista, A. G., & Barrado, A. G. . (2023). Bacteriocinas como bioconservador alimentario: características generales y aplicación en alimentos. . *PubSaúde*. Obtenido de <https://doi.org/10.31533/pubsau12.a366>
- Behare, P. y Mandal, S. (2016). *Yogur: Yogurt Based Products*. Obtenido de Elsevier.
- Buñay , N., & Peralta, F. (2015). *Determinación del recuento de aerobios mesófilos en leche cruda que ingresa a industrias lacto Ochoa - Fernández CIA. Ltda*. Ecuador.
- Cáceres R, P., & Gotteland R, M. (2010). Alimentos Probióticos en Chile: ¿Qué Cepas y qué propiedades salubres? *Revista Chilena de Nutrición*, 97-100.
- Calderón, O., Padilla, C., Chaves, C., Villalobos, L., & Laura Arias, M. (2007). Evaluación del efecto del cultivo probiótico *Lactobacillus rhamnosus* adicionado a yogurt natural y con probióticos comerciales sobre poblaciones de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enteritidis*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51-56. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000100007&lng=es&tling=es.
- Campos Castillo, E. J., & Taboada García , Z. N. (2023). *Optimización fisicoquímica-sensorial del yogurt de soya empleando como cepa *Lactobacillus rhamnosus* con jarabe de yacón y pulpa de fresa*. Lambayeque: Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Canilec. (2011). El libro blanco de la leche y los productos lácteos. En C. N. Leche.. México D.F.

- Casillas Muñoz, F. A. G., Tariq, R., Ramírez Montoya, M. S., & Patiño Zúñiga, I. A. (2024). *Resolviendo problemas con ANOVA y prueba de Tukey*. (T. d. Rica, Ed.) [Tesis, Instituto para el Futuro de la Educación] . Obtenido de <https://hdl.handle.net/11285/676857>
- Castillo, E. V., Fernández-Michel, S., Cueto-Wong, M., & Ramos-Clamont Montfort, G. (2019). Criterios y estrategias tecnológicas para la incorporación y supervivencia de probióticos en frutas, cereales y sus derivados. *Revista especializada en ciencias químico biológicas.*, 22.
- Celis Mauricio ; Juárez Daniel. (2009). Microbiología de la Leche. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional, Edutecne. Obtenido de <https://bit.ly/2J8FsUc>.
- Chachar, A. U. (2025). Reducing post-harvest losses for food security. *The Agricultural Economist*. Obtenido de https://www.agrieconomist.com/reducing-post-harvest-losses-for-food-security?utm_source=chatgpt.com
- Chandan, R. (2017). El yogur en la salud y la prevención de enfermedades. *Academic Press*, 31-47.
- Chandan, R. C., & Kilara, A. (2013). Manufacturing yogurt and fermented milks. 2.
- Chero, V. C. (2023). *Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche fresca expendida en el distrito de Surquillo – Lima Metropolitana*. (R. I. URP, Ed.) [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2e489b60-e8d6-45d9-9622-ee3c89ddb390/content>
- Chicharro, C. P.-M. (2020). Obtenido de <https://ortegaygasset.edu/preguntas-y-respuestas-sobre-el-yogur/>
- Chimbo, C. K. (2023). Evaluación de la adición de pulpa de coco (cocos nucifera) como fuente de fibra dietética en la calidad fisicoquímica y sensorial del yogur griego.
- Clerici, S. (2016). Protective cultures in the food industry. *Protection special protective cultures SACCO*.
- Consebio. (2023). Desarrollo e implementación de cultivos protectores para la industria alimentaria. *Revista alimentaria, Innovación, Calidad, Seguridad alimentaria.*, 546. Obtenido de <https://acortar.link/JEM1fW>

- Duarte, d. M., Soares e Silva, P. I., Ferreira do Oriente, S., Duarte Almeida, R., Morais Pessoa, J., Borges Franca, K., Silva Nascimento, A. P. (2024). Efecto de los cultivos lácticos bioprotectores comerciales sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y texturales del yogur. *Fermentación*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/fermentation10110585>
- FAO. (2024). *Food And Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <https://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/en/c/1712376/>
- García, L. M., & Pérez, R. J. (2018). *Evaluación sensorial aplicada a productos lácteos: pruebas discriminativas, descriptivas y afectivas*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/handle/123456789/5678>
- Gonzales-Martinez, B., Gómez-Treviño, M., & Jimenez-Salas, Z. (2003). Bacteriocinas de probióticos. *Revista Salud Pública y Nutrición*.
- Grande , M., Lucas, R., Abriouel, H., Ben-Omar, N., & Maqueda, M. (2005). Control of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in fruit juices by enterocin AS-48. *Revista Internacional de Microbiología de Alimentos*, 289-297.
- Guevara, G., Verdesoto, A. & Castro, N. . (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). . *Revista Científica Mundo de la Investigación y el conocimiento.*, 163-173.
- Gyawali, R., Feng, X., Chen, Y. P., Lorenzo, J. M., & Ibrahim, S. A. (2022). A review of factors influencing the quality and sensory evaluation techniques applied to Greek yogurt. *Journal of Dairy*.
- Hadjimbei, E., Botsaris, G., & Chrysostomou, S. (2022). Beneficial effects of yoghurts and probiotic fermented milks and their functional food potential. *Foods* . Obtenido de <https://doi.org/10.3390/foods11172691>
- Huayta, O. P. (2019). *Evaluación de las características organolépticas del yogur con adición de aislado proteico de harina de tarwi (Lupinus mutabilis)* . Junín - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Lee, W., & Lucey, J. (2006). Impacto de las condiciones de gelificación y descomposición estructural en las propiedades físicas y sensoriales de los yogures batidos. *J. Ciencia láctea*, 89.

- Magariños, H. (2000). Producción higiénica de la leche cruda. *Una guía para la pequeña*, 96.
- Martínez, A., López, J., & García, M. ((2018)). Evaluación sensorial en alimentos: fundamentos y aplicaciones. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 123-135. Obtenido de <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018000300123>
- Mendoza, L. A. (2022). “*Estudio del tiempo de vida útil de una bebida láctea simbiótica, elaborada empleando Lactobacillus rhamnosus, Bifidobacterium s. p. y pectina cítrica*”. Mochache - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- MIDAGRI. (2022). Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la leche y Productos lácteos. En *Decreto Supremo N°004-2022* (pág. 5). Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3042301/DECRETO%20SUPREMO%20N%C2%B0%200004-2022-MIDAGRI.pdf.pdf>:
- MIDAGRI. (2022). Perfil Productivo y Competitivo de las principales Especies y Productos Pecuarios. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. Obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoieYWM0MDIwYTktNTk3MS00OTc3LThiZTgtZjRmN2ZhMmZlIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9&pageName=ReportSection>
- MIDAGRI. (2024). *II Foro Nacional de Recuperación de Alimentos y Conmemoración del Día de Concienciación sobre la Pérdida y el Desperdicio de Alimentos en el Perú*.
- MINAGRI. (2017). Reglamento de la leche y productos lácteos. *Decreto Supremo N.º 007-2017*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/indecopi/normas-legales/3463258-decreto-supremo-n-007-2017-minagri>
- Monroy D, M., Castro B, T., Fernandez P, F., & Mayorga R., L. (2009). *Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas*.
- Moreno Vásquez, Fausto Camilo; Rodríguez Martínez, Germán ; Méndez Mancera, Viviana Marcela; Osuna Ávila, Luis Enrique; Rocío Vargas, Mabel. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*(Nº 14: 61-83), 61-83.

- Moreno, L., Cervera, P., Diaz, J., Baladia, E., Rodriguez, E., Santaliestra, A., Salvado, J. (2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable. 2040-2044.
- Moreno, V. (2013). Efecto de tres concentraciones de grasa y dos niveles de acidez en un yogur estilo griego. *Tesis Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el grado académico de Licenciatura, Escuela Panamericana, Zamorano Honduras.*
- Narayanan, N., Roychoudhury, P., & Srivastava, A. (2024). Aislamiento del mutante adh de *Lactobacillus rhamnosus* para la producción de ácido láctico L(+). *Revista Electrónica de Biotecnología*, 7(1). Obtenido de <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol7/issue1/full/7/index.html>
- NTP 202.001, N. T. (2016). LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos. 2016-12-22 6ª Edición.
- NTP 202.092:2024. (2024). Leches fermentadas. Yogur. Requisitos. (6ª ed.).
- Olivares, M. y Klotz, B. (2020). Evaluación del efecto antifúngico de metabolitos de cultivos bioprotectores: aplicación en derivados lácteos. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 15-25. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v18n2>
- Polanía, C. L. (2020). Metodología de investigación Cuantitativa & Cualitativa. Obtenido de <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/596>
- Revilla, A. (1982). Tecnología de leche: procesamiento, manufactura y análisis (2º ed.). *Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura*, 13-15, 18,29-31,37.
- Reyes, B., & Soltero, S. (2006). Microbiología de la Leche Cruda de vaca.
- Reyes, J., & Ludeña, F. (2015). Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia. *Revista Politécnica*, 36(2).
- Risco, C. (2006). *Mecanismos de acción antimicrobiana de compuestos volátiles en alimentos fermentados*. México: [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/handle/123456789>.
- Romero, R., & Menestres, J. (2004). Productos lácteos Tecnología. *Universidad Politécnica de Catalunya*, 115-118.

- Ruiz Barboza, Y. (2023). *Evaluación de las características sensoriales, propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt griego elaborado con harina de Tropaeolum tuberosum (mashua)*. Cajamarca-Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota.
- Salas, J. M., Ilabaca, A., Vegay, M., & García, A. (2016). Lactobacillus formadores de biopelículas : nuevos retos para el desarrollo de probióticos. *Universidad de Concepción*.
- Salas, V. A. (2020). *Comparación de técnicas de análisis de varianza en datos funcionales para mediciones espectrofotométricas experimentales*. [Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10669/82580>
- Semana. (2021). *Leche en ayunas: estos son los beneficios que tendría para la salud*. Obtenido de <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/leche-en-ayunas-estos-son-los-beneficios-que-tendria-para-la-salud/202115/>
- Severino Pérez, Patricia. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?. *Inter disciplina*, 7(19), 47-68. Epub 25 de enero de 2021. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Terraf, M. C., Juárez Tomás, M. S., Rault, L., Le Loir, Y., Even, S., & Nader-Macías, M. E. F. (2016). Biofilms of vaginal Lactobacillus reuteri CRL 1324 and Lactobacillus rhamnosus CRL 1332: Kinetics of formation and matrix characterization. *Archives of Microbiology*.
- Thoysen, P. (2017). Cultivos de bioprotección: más allá de la protección de su negocio. *Publítec s.a. Argentina*, 6-10.
- Todorov, S., & Dicks, L. (2005). Growth parameters influencing the production of Lactobacillus rhamnosus bacteriocins ST46BZ and ST46BZ. *Annals of Microbiology*, 283-289. Obtenido de www.researchgate.net/publication/242316206_Growth_parameters_influencing
- Torres, O. L. (2017). *Evaluación del efecto de la adición de la pectina como estabilizante en las propiedades físicas, químicas, tecnofuncionales y sensoriales del yogurt batido*. (R. I. Arguedas., Ed.) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14168/437>

- Valera, G. (2019). Efecto de la inoculación del cultivo protector en la inhibición de Escherichia Coli en leche fresca en el fundo la victoria de la Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://acortar.link/aCKisf>
- Vásquez, K. (2018). Caracterización Físicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesada en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua.
- Vayas, E. (2002). *Resúmenes de la Materia Procesamiento de Leche Octavo Semestre*. Riobamba-Ecuador: Facultad Ciencias Pecuarias.
- Villanueva, G. S. (2019). "Efecto de la inoculación del cultivo protector en la inhibición de Escherichia coli en leche fresca en el fundo La Victoria de la Universidad Nacional de Cajamarca 2019".
- Villoch. (2010). Buenas prácticas agropecuarias para la producción de leche: Sus objetivos y relación con los códigos de higiene. *Revista de salud animal*, 22-29.

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL HEDÓNICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



Formato de encuesta para la evaluación sensorial hedónica de un yogur griego

Por favor, pruebe las muestras y ubique en la escala con una (X) dentro del recuadro, según sea su preferencia.



APELLIDOS Y NOMBRES: _____

Fecha: _____

Hora: _____

Género: M F

EDAD: _____

Sensoriales	Puntaje	Opciones	○	□	△	◇	+
Color	7	Me gusta mucho					
	6	Me gusta					
	5	Me gusta ligeramente					
	4	No me gusta ni me disgusta					
	3	Me disgusta ligeramente					
	2	Me disgusta					
	1	Me disgusta mucho					
Olor	7	Me gusta mucho					
	6	Me gusta					
	5	Me gusta ligeramente					
	4	No me gusta ni me disgusta					
	3	Me disgusta ligeramente					
	2	Me disgusta					
	1	Me disgusta mucho					
Sabor	7	Me gusta mucho					
	6	Me gusta					
	5	Me gusta ligeramente					
	4	No me gusta ni me disgusta					
	3	Me disgusta ligeramente					
	2	Me disgusta					
	1	Me disgusta mucho					
Aspecto general	7	Me gusta mucho					
	6	Me gusta					
	5	Me gusta ligeramente					
	4	No me gusta ni me disgusta					
	3	Me disgusta ligeramente					
	2	Me disgusta					
	1	Me disgusta mucho					

¿Ud. Consume yogur? _____

¿Consumiría Ud. este tipo de yogur? _____

¿Cuál de las muestras fue de tu agrado? _____

Observaciones:

Muchas gracias por su colaboración.

ANEXO 2

ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DESCRIPTIVA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



Formato de encuesta para la evaluación sensorial descriptiva de un yogur griego
Por favor, pruebe las muestras y ubique en la escala con una (X).

APELLIDOS Y NOMBRES:

Fecha:

Hora:

CARACTERÍSTICA SENSORIAL	DESCRIPCIÓN	INTENSIDAD	CÓDIGO				
			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Color	CREMA NATURAL	1					
	CREMA BRILLANTE	2					
	BLANCO CREMOSO	3					
	BLANCO BRILLANTE	4					
	BLANCO NATURAL	5					
Olor	FERMENTADO DESAGRADABLE	1					
	INODORO	2					
	LÁCTEO POCO AROMÁTICO	3					
	LÁCTEO AROMÁTICO	4					
	LÁCTEO MUY AROMÁTICO	5					
Sabor	RANCIO	1					
	DULCE	2					
	LIGERAMENTE ÁCIDO	3					
	MODERAMENTE ÁCIDO	4					
	MUY ÁCIDO	5					
Apariencia General	GRUMOSO	1					
	SINERESIS (SEPARACION DE FASES)	2					
	HOMOGENEO	3					
	CREMOSO	4					
	VISCOSO/ESPESO	5					

ANEXO 3

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DEL YOGUR GRIEGO



INS&LAB
Industria, Pesca y Medio Ambiente

INSPECCIONES Y LABORATORIOS S.A.C.

Calle Las Grullas 1121 - Santa Anita - Lima
Teléfono: 01 691-8439 / E-mail: info@insylabsac.com
www.insylabsac.com



INACAL
DA - Perú
Organismo de Inspección
Acreditado

Registro N° 01 - 098

**ORGANISMO DE INSPECCIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° OI - 098**

INFORME DE ENSAYO N° IL-2509-10-2024

OS180924-10

1. DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa : JOSE ENRIQUE JURADO MENESES.
 Dirección : Av. Independencia s/n. - Ayacucho - Huamanga- Ayacucho - PERÚ
 RUC : 10707621562
 Contacto : JOSE ENRIQUE JURADO MENESES
 E-Mail : jose.jurado.19@unsch.edu.pe

2. DATOS DEL SERVICIO

PRODUCTO : YOGUR GRIEGO NATURAL CON CULTIVO PROTECTOR (*Lactobacillus rhamnosus*);T3.
 ASUNTO : Análisis Microbiológicos / Análisis Fisicoquímicos
 Cantidad de muestra : MB:03 ENVASE vidrio de 500 g
 Condiciones de recepción : Envasado en aparente buen estado
 Fecha de Inicio de análisis : 07 de Octubre del 2024
 Fecha de termino de análisis : 11 de Octubre del 2024

3. DATOS DEL MUESTREO Y RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

3.1. Lugar y toma de muestra

Muestra proporcionada por el cliente proviene de la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga

3.2. Lugar y fecha de recepción

Santa Anita -Lima .07 de Octubre del 2024

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

4.1.1. R.M. N° 591-2008/MINSA "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". Criterio I : Leche y Productos lácteos ítem 1.6. Leches fermentadas y acidificadas (yogur, leche cultivada, cuajada y otros).

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS MB-01
Recuento de Coliformes	UFC/g	<10
Recuento de E. coli	UFC/g	<10
Recuento de Mohos	UFC/g	<10
Recuento Levaduras	UFC/g	<10
Recuento de bacterias Ácido Lácticas	UFC/g	67 x10 ⁴

(NE) Número Estimado,UFC: Unidades Formadoras de Colonias/g.

4.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS FQ-01
Acidez (expresado en ácido láctico).	%	0,82
pH	-	4,21
Sinéresis	%	1,05
Viscosidad	cP	13500
Materia grasa	%	3,2
Proteína Láctea	%	5,8



4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

PARÁMETROS	RESULTADOS SE-01
Color	Blanco
Olor	Leche fermentada. Libre de olores extraños
Sabor	Acido característico. Libre de sabores extraños
Aspecto	Espeso, cremoso. Libre de materias extrañas

5. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO ANALIZADO

5.1 Métodos de Ensayo

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMAS
Recuento de bacterias Ácido Lácticas (BAL)	Compendium of Methods for the Microbiological of Foods APHA 2015, 4 ^a ed. Chapter 19. Acid producing microorganisms-1 952 Spoilage Lactic Acid-Producing Bacteria.
Recuento de Coliformes Totales	ICMSF Microorganismo de alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pag.131-134 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Bacterias coliformes. Recuento de coliformes: técnica UFC/g. Método de recuento por siembra en placa.
Recuento de E. coli	El método AOAC 970.26 se utiliza para tomar muestras de Leche y productos lácteos. Recuento de coliformes: técnica UFC/g. Método de recuento por siembra en placa.
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF Microorganismo de alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pag.165-167 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Bacterias coliformes. Recuento de mohos y levaduras: técnica UFC/g. Método de recuento por siembra en placa en todo el medio.
Proteína Láctea	COVENIN 370:197 Leche y sus derivados. Determinación de proteínas (2da revisión).
Materia grasa	NTP 202:202.028:1998 (revisada el 2013) LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Ensayo de materia grasa. Técnica de Gerber.
Acidez (expresado en ácido láctico).	AOAC 947.05 21ST Edición 2019 Acidity of Milk.
pH	COVENIN 1315. 2005. Alimnetos. Determinación del pH
Viscosidad	La viscosidad se determinó según por lo descrito por Duarte Hickman (2007), con un viscosímetro digital de Brookfield por Engeneering Laboratories, Inc USA.
Análisis sensorial	ISO 4121 Parte 6 2.3 Usando una escala discreta 2003. Sensory Analysis-Guidelines for the use of quantitative response scales.



INSPECCIONES Y LABORATORIOS S.A.C.

Calle Las Grúas 1121 - Santa Anita - Lima
Teléfono: 01 691-8439 / E-mail: info@insylabsac.com
www.insylabsac.com



ORGANISMO DE INSPECCIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° OI - 098

INFORME DE ENSAYO N° IL-2509-10-2024

OS180924-10

6. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la inspección de lote descritos en el ítem 1.6, para las características Microbiológicas se concluye que el lote inspeccionado del producto YOGUR GRIEGO NATURAL es **CONFORME** respecto a los requisitos normativos especificados en el ítem 4.1 del presente documento.

7. ACUERDOS DE USO

- Se prohíbe el uso inadecuado de este documento sin la autorización de la empresa o autorización del cliente.
- El presente documento no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización expresa del cliente.
- El presente certificado solo da conformidad al lote inspeccionado y no pudiendo extenderse sus conclusiones a ningún otro ítem que no haya sido analizado.
- Las conclusiones del presente documento son válidas siempre y cuando el lote mantenga sus características inherentes y no haya sufrido alteraciones por fraccionamiento, manipulación y almacenamiento inadecuado.



Firma - INSYLAB S.A.C.	Firma Digital - INSYLAB S.A.C.
Firma	

ANEXO 4

DECRETO SUPREMO 007-2017 MINAGRI LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS



Decreto Supremo Nº 007-2017-MINAGRI



DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

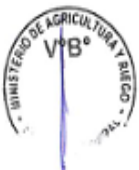
Que, la Constitución Política del Perú establece como un derecho fundamental de la persona, el derecho a la vida, a su integridad física, así como el derecho a la protección de su salud y el deber de contribuir a su protección y defensa;



Que, el artículo 2 de la Ley N° 28846, Ley para el Fortalecimiento de las Cadenas Productivas y Conglomerados, define como Cadena Productiva al sistema que agrupa a los actores económicos interrelacionados por el mercado y que participan articuladamente en actividades que generan valor, alrededor de un bien o servicio, en las fases de provisión de insumos, producción, conservación, transformación, industrialización, comercialización y el consumo final en los mercados internos y externos;



Que, de conformidad con el Decreto Legislativo N° 997, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura, modificado por la Ley N° 30048 a Ministerio de Agricultura y Riego, este Ministerio es el organismo del Poder Ejecutivo que diseña, establece, ejecuta y supervisa las políticas nacionales y sectoriales en materia agraria; ejerce la rectoría en relación con ella y vigila su obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno, considerado dentro de sus competencias compartidas, entre otras, la función de promover la producción agraria nacional, la oferta agraria exportable y el acceso de los productos nacionales a nuevos mercados; asimismo, tiene como ámbito de competencia, entre otros, en materia de cultivos y crianzas;



Que, asimismo, de conformidad a lo establecido en el artículo 63 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura y Riego, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2014-MINAGRI, modificado por el artículo 1 del Decreto Supremo N° 001-2017-MINAGRI, la Dirección General de Ganadería es el órgano de línea encargado de promover el desarrollo productivo y comercial sostenible de los productos de la actividad ganadera y con valor agregado, su acceso a los mercados nacionales e internacionales, en coordinación con los sectores y entidades.



1. Ministerio de Agricultura y Riego, Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA.
2. Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria - DIGESA y el Instituto Nacional de Salud, a través del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición - CENAN.
3. Presidencia del Consejo de Ministros, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.
4. Gobiernos Regionales.
5. Gobiernos Locales.

TÍTULO I ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y SANITARIAS DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Artículo 6.- Especificaciones Técnicas

6.1 La leche y productos lácteos que son objeto de tratamiento y regulación del presente Reglamento, deben cumplir con las especificaciones técnicas establecidas para cada producto.

6.2 Para la determinación de las características fisicoquímicas de la leche y productos lácteos especificados en el presente Reglamento, se aplicarán los métodos de ensayos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas y, en lo no previsto, se realizará por métodos de ensayo normalizados, validados y reconocidos internacionalmente.

Las Normas Técnicas Peruanas son:

- NTP 202.007 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Ensayo de determinación de la densidad relativa. Método de arbitraje.
- NTP 202.008 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Ensayo de determinación de la densidad relativa. Método usual.
- NTP 202.028 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Ensayo de materia grasa. Técnica de Gerber.
- NTP 202.126 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Grasa en la leche. Método Roese-Gottlieb.
- NTP 202.116 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Determinación de acidez de la leche. Método volumétrico.
- NTP 202.118 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Determinación de sólidos totales.
- NTP 202.119 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Determinación de nitrógeno (total) en leche. Método Kjeldahl.

Artículo 7.- Especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad

La leche y productos lácteos deben cumplir con los criterios establecidos para residuos de plaguicidas, residuos de medicamentos de uso veterinario, contaminantes microbiológicos, metales pesados u otros contaminantes, establecidos en la normativa sanitaria nacional vigente o, en su defecto, con lo referido en las normas del *Codex Alimentarius*; y, en lo no previsto por estas, con lo señalado en las regulaciones federales de los Estados Unidos de América o, en su defecto, con lo establecido por la normativa de la Unión Europea.



CAPÍTULO I LECHE CRUDA

Artículo 8.- Especificaciones técnicas

Físicoquímicas

Característica	Unidad	Especificaciones	
		Mínimo	Máximo
Densidad a 15 ° C *	g/ml	1,0296	1,0340
Materia grasa láctea *	g/100g	3,2	-
Acidez titulable, como ácido láctico *	g/100g	0,13	0,17
Ceniza*	g/100g		0,7
Extracto seco ^a *	g/100g	11,4	-
Extracto seco magro ^{b, c} *	g/100g	8,2	-
Caseína en la proteína láctea *	g/100g	Proporción natural entre la caseína y la proteína*	

Notas:

^(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.

* NTP202.001: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos

**Proporción natural entendida como la relación de caseína y la proteína del suero en la leche.

Artículo 9.- Especificaciones sanitarias

La leche cruda destinada a la comercialización debe provenir de animales libres de enfermedades (sanidad animal) y cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que establece el Ministerio de Salud, según lo siguiente:

9.1 Microbiológicos

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	N	c	Limite por ml	
						m	M
Aerobios mesófilos	UFC/ml	3	3	5	1	5 x 10 ⁵	10 ⁶
Coliformes	UFC/ml	4	3	5	3	10 ²	10 ³

Notas:

Categoría: Grado de riesgo que representa los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

Clase: Es la clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, que pueden ser de dos o tres.

9.2 Contaminantes

Los límites máximos permitidos de contaminantes en la leche cruda serán determinados según lo establecido en el artículo 7 del presente Reglamento.

CAPÍTULO II LECHE PASTEURIZADA

Artículo 10.- Especificaciones técnicas

Físicoquímicas



CAPÍTULO VII YOGUR (YOGURT)

Artículo 20.- Especificaciones técnicas

20.1 Físicoquímicas

Característica	Unidad	Yogur entero*	Yogur parcialmente descremado**	Yogur descremado**
Materia grasa láctea	g/100g	Mínimo 3,0	0,6 - 2,9	Máximo 0,5
Sólidos no grasos lácteos	g/100g	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2
Acidez valorable expresada como % de ácido láctico	g/100g	Mínimo 0,6	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6 Máximo 1,5
Proteína láctea (N x 6,38)	g/100g	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7

*Para elaborado a base de leche entera: *Codex Alimentarius*.

**Para elaborado a base de leche parcialmente descremada y descremada: Norma Técnica Peruana.

20.2 Microbiológicas de identidad

Agente microbiano	Unidad	Recuento
Bacterias lácticas totales	UFC/g	Min. 10^7
Microorganismos etiquetados (*)	UFC/g	Min. 10^6

(*) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico que ha sido agregado a parte de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*.

Artículo 21.- Especificaciones sanitarias

El yogurt debe cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad, que establece el Ministerio de Salud, según lo siguiente:

21.1 Microbiológicas

Agente microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Limite	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	10	10^2
Mohos	UFC/g	2	3	5	2	10	10^2
Levaduras	UFC/g	2	3	5	2	10	10^2

Nota:

Categoría: Grado de riesgo que representa los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

Clase: Es la clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, que pueden ser de dos o tres.



ANEXO 5

FICHA TECNICA DEL CULTIVO PROTECTOR FRESH Q 11 (LR)



FreshQ® 11

Información de Producto

Versión: 2 PI EU ES 16-02-2024

Descripción

Los cultivos FreshQ® son combinaciones de las bacterias ácido lácticas tradicionales que promueven la inhibición de levaduras y mohos en los productos lácteos fermentados. El efecto se obtiene a través de la participación activa en la fermentación natural.

Composición del cultivo:

Lactobacillus rhamnosus

No Material: 722668
Tamaño: 25X100 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

En la fabricación de los productos lácteos fermentados, los cultivos se añaden en combinación con el cultivo inicial normal.

Dosis de inoculación recomendada

Cantidad de leche a inocular	5,000 l/ 1,300 gal	10,000 l/ 2,600 gal	20,000 l/ 5,200 gal
Cantidad de cultivo DVS	500 U	1,000 U	2,000 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.

FreshQ® 11

Información de Producto

Versión: 2 PI EU ES 16-02-2024

Información adicional sobre uso

En condiciones de temperaturas de almacenamiento aceleradas y altos niveles de ácido málico, bacterias heterofermentativas facultativas como *L. rhamnosus* y *L. paracasei* son capaces de producir gas. Además, estas especies son capaces de degradar algunos colorantes alimentarios sintéticos (colorantes azoicos) que pueden provocar la decoloración del producto, especialmente a temperaturas de almacenamiento elevadas.

Por favor, consulte con su representante local de Chr. Hansen por la intención específica de utilizar este cultivo en productos con preparaciones de frutas añadidas que contienen altos niveles de ácido málico como cereza ácida y ruibarbo y/o en productos con colorantes alimentario sintético (colorante azoico) añadidos.

Información técnica

Métodos analíticos

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

Información dietética

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

Legislación

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

El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.

Seguridad alimentaria

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

Etiquetado

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

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 mas información.

Información GMO

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

FreshQ® 11 no es un alimento GM (modificado genéticamente) *.

FreshQ® 11

Información de Producto

Versión: 2 PI EU ES 16-02-2024

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 FreshQ® 11 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.

Información sobre Alérgenos

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 6

FICHA TÉCNICA DEL YOGUR GRIEGO

NOMBRE COMERCIAL	YOGUR GRIEGO NATURAL										
NOMBRE TÉCNICO	YOGUR CONCENTRADO CON CULTIVO PROTECTOR (<i>Lactobacillus rhamnosus</i>)										
DESCRIPCIÓN	Producto a base de leche entera y cultivos lácticos (<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>) y cultivo protector (<i>Lactobacillus rhamnosus</i>) acidificado por acción biológica de bacterias lácteas específicas, las cuales contribuyen a mejorar la flora intestinal y de proteger el producto de mohos, levaduras y coliformes. Finalmente, se almacena y evalúa sus características.										
INGREDIENTES	Leche entera, cultivos lácticos (<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> ,) y cultivo protector FreshQ 11 (<i>Lactobacillus rhamnosus</i>).										
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	Proteína láctea: Min 5,6% Grasa láctea: Min 3,2% pH: 4,0 – 4,4 Acidez: 75 – 115°D Viscosidad: 13 500 – 20 000 cP										
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	Aroma: Poco Aromático Característico. Color: Blanco natural Sabor: Moderadamente ácido. Apariencia: Homogéneo, espesa.										
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS R.M. N°591-2008/MINSA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Agente Microbiano</th> <th style="text-align: center;">Resultados UFC/mL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Coliformes</td> <td style="text-align: center;">< 10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mohos</td> <td style="text-align: center;"><10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Levaduras</td> <td style="text-align: center;"><10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAL</td> <td style="text-align: center;">67*10⁸</td> </tr> </tbody> </table>	Agente Microbiano	Resultados UFC/mL	Coliformes	< 10	Mohos	<10	Levaduras	<10	BAL	67*10 ⁸
Agente Microbiano	Resultados UFC/mL										
Coliformes	< 10										
Mohos	<10										
Levaduras	<10										
BAL	67*10 ⁸										
PRESENTACIÓN	Envases de vidrio de 250 gr.										
VIDA UTIL	T1, T2, T3, T4 Y T5: 21,27, 37,38 y 36 días respetivamente en refrigeración.										
SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN	LOTE: DDMMAX FECHA DE VENCIMIENTO: DD/MM/AA LEYENDA: DD: DIA MM: MES A: ULTIMO DIGITO DEL AÑO X: CODIGO DE PRODUCTO										
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	Mantener refrigerado entre 0°C a 6 °C.										
ROTULADO Art. 117° D.S. N°007-98-SA	Nombre del Producto. Ingredientes Peso neto. Lote y Fecha vencimiento. Registro sanitario. Condiciones especiales de conservación. Razón social. Dirección, RUC, teléfono. Producto Peruano.										
FORMAS DE USO	Alimento de consumo humano directo.										
CONSUMIDORES POTENCIALES	Público en general, mayor de 2 años.										
INFORMACIÓN LEGAL	Análisis Microbiológico: Método 3M Petrifilm y AOAC método oficial 986.33 & 989.10 y AOAC método oficial 997.02 R.M. N°591-2008– MINS/DIGESA. D.S. N°007-98-S.A. D.S. N°007-2017-MINAGRI. Y NTP:202.092,2024										

ANEXO 7

METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

a) Metodología para determinar el pH en el yogur griego

Se usó un potenciómetro y se realizó lectura directa, a cada una de las muestras al momento de la recepción de la leche y en los yogures griegos, después de adicionarle las respectivas dosis de cultivos y en los días (0,5,10,15,20,25,35 y 40). La medida se realizó según el método descrito por la norma según el método de la AOAC 973.41.

Procedimiento

- Se calibró el potenciómetro haciendo uso de solución buffer pH 4 y 7.
- Se tomó una muestra de 25 mL en un vaso precipitado de 100 mL.
- Se Introdujo el electrodo del potenciómetro previamente calibrado en el vaso con la muestra de yogures griegos.
- Finalmente se encendió el potenciómetro y se realizó la lectura de la muestra en el visor de la pantalla, el proceso se efectuó por triplicado en los nueve días.

b) Metodología para determinar la acidez titulable en el yogur griego

Se determinó a través del método volumétrico, expresada en porcentaje de ácido láctico, donde la acidez se mide por titulación visual directa con una base alcalina NaOH de normalidad conocida para la determinación, según el método de la AOAC 942.15.

Procedimiento

- Se pesó 10 g de yogur en un matraz de 100 mL.
- Se adicionó 2 a 3 gotas de solución de fenolftaleína al 1%.
- Se tituló con NaOH 0,1 N hasta la aparición de color grosella.
- Se anotó el gasto de NaOH 0,1 N (mL).
- Se determinó la acidez (% ácido láctico) aplicando la fórmula:

Cálculos:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{VgNaOH \times 0,1N \times Meq.a.c}{W \text{ muestra}} \times 100$$

Vg = Volumen de gasto del NaOH 0,1 N (mL)

N = Normalidad de la solución de NaOH 0,1 N

Meq (a.c) = Miliequivalentes de ácido láctico = 0,09 meq/L

W = volumen de la muestra mL

c) Metodología para determinar el porcentaje de sinéresis en el yogur griego

El porcentaje de sinéresis se determinó por medio de método de centrifugación descrito por (Reyes y Ludeña, 2015), con modificaciones.

Procedimiento

- Se pesó 20 g de yogur en una balanza analítica y se colocó en tubos de ensayo.
- Se realizó la centrifugación a 4000 rpm durante 20 min.
- Se procedió a pesar el sobrenadante y se realizó el cálculo del % de sinéresis mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{Peso del sobrenadante}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

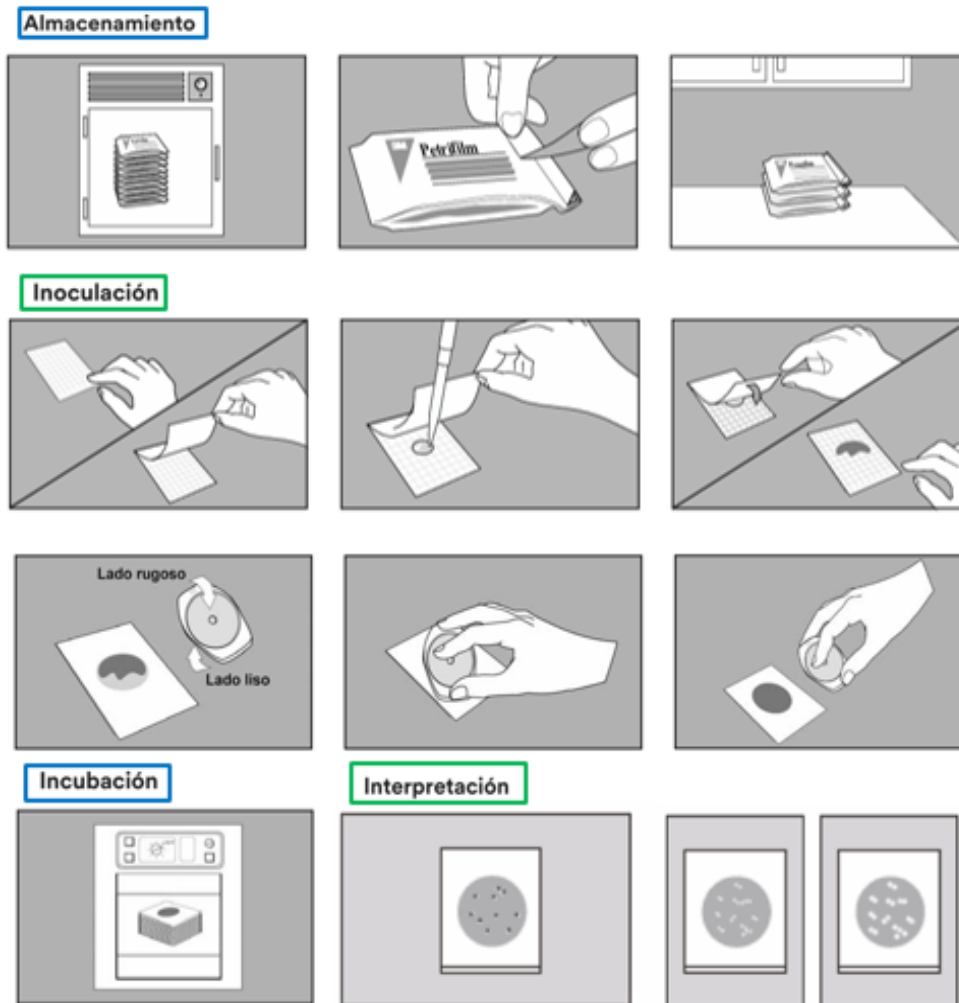
El uso de las placas petrifilm, es un método para llevar a cabo pruebas microbiológicas rápidas, avalado por la International AOAC (Association of Official Analytical Chemists) para el recuento de bacterias, la principal ventaja de este método es que no requiere la preparación previa de medios de cultivo, lo que reduce tiempo, mayor efectividad y la confiabilidad de los resultados que se obtienen (3M, 2017).

Procedimiento:

- Se tuvo los materiales debidamente esterilizados en autoclave a 121°C durante 15 minutos, dejar enfriar, frascos, pipetas, tubos de ensayo y otros.
- Se midió y colocó 10 mL de muestra sobre el frasco estéril con 90 mL de agua peptonada al 0,1%, luego se procede con la dilución que desee (10^{-1}).

Figura 23

Procedimiento general de siembra con placas 3M petrifilm



Nota. Fuente: 3M (2017).

- Se agitaron los frascos mediante movimientos circulares para obtener una muestra homogénea.
- Se colocaron las placas Petrifilm previamente rotuladas en una superficie plana y limpia (previamente desinfectado).
- Se levantó el film protector y se inoculó 1 mL de la muestra diluida en el centro de la placa, evitando la formación de burbujas.
- Se dejó caer el film superior (cubierta) encima de la muestra.
- Se ubicó el dispersor en el centro de la placa, presionándolo levemente con la parte lisa, para distribuir la muestra de manera uniforme y se esperó alrededor de un minuto para que se solidifique el gel.

a) Metodología para determinar mohos y levaduras

Procedimiento:

1. Inoculación:

- ✓ Se logró colocar la placa Petrifilm sobre una superficie plana.
- ✓ Se levantó la película superior y dispersar 1 mL de la muestra en el centro.
- ✓ Luego se bajó la película superior para evitar burbujas de aire.
- ✓ Se ubicó el difusor Petrifilm sobre la placa y presionar suavemente para distribuir la muestra.
- ✓ Se retiró el difusor.

2. Incubación:

- ✓ Se incubó las placas de 25°C a 28°C durante 3 a 5 días para el recuento rápido de mohos y levaduras, en posición horizontal coloque la película transparente hacia arriba en filas no más de 40 placas.
- ✓ Si las colonias son apenas visibles se dejó incubando 12 horas más para una mejor interpretación.

3. Interpretación:

- ✓ Se hizo lectura de los resultados para las levaduras y los mohos a las 72 horas.
- ✓ Se observó las levaduras presentes en las placas son colonias pequeñas, con borde definido y que tienen un color canela rosado a verde azulado.
- ✓ La presencia de mohos tiene características de ser colonias grandes, con bordes difusos y de color verde azulado después de una incubación prolongada las colonias parecen planas y tienen un centro oscuro con bordes difusos.

A continuación, se presenta la ecuación con la que se calculó el número de UFC/g de la muestra analizada.

$$\frac{UFC}{g} = \frac{\text{Número de colonias en placa} \times \text{Inverso de la dilución}}{\text{Volumen inoculada}}$$

b) Metodología para determinar coliformes y *E.coli*

Procedimiento:

1. Inoculación:

- ✓ Se colocó la placa Petrifilm sobre una superficie plana.
- ✓ Se levantó la película superior y dispensar 1 mL de la muestra en el centro.
- ✓ Bajar la película superior para evitar burbujas de aire.
- ✓ Se ubicó el difusor Petrifilm sobre la placa y presionar suavemente para distribuir la muestra.
- ✓ Se retiró el difusor.

2. Incubación:

- ✓ Se incubó las placas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 +/-2h para coliformes y 48 horas para *E. coli*, según el método utilizado.
- ✓ Se sugirió incubar en pilas de no más de 20 placas.

3. Interpretación:

- ❖ **Coliformes:** Las colonias típicas son rojas con o sin gas.
- ❖ ***E. coli*:** Las colonias típicas son azules o rojo-azuladas con gas, según 3M.
- ✓ Se pueden utilizar contadores de colonias o lupas con luz para facilitar la lectura.
- ✓ Se recomendó consultar la guía de interpretación de 3M para la correcta lectura de resultados.

c) Metodología para determinar bacterias ácido lácticas (BAL)

Procedimiento:

1. Inoculación:

- ✓ Se colocó la placa Petrifilm sobre una superficie plana.
- ✓ Se levantó la película superior y dispensar 1 mL de la muestra en el centro.
- ✓ Se bajó la película superior para evitar burbujas de aire.
- ✓ Se colocó el difusor Petrifilm sobre la placa y presionar suavemente para distribuir la muestra.
- ✓ Se retiró el difusor.

2. Incubación:

- ✓ Se incubó las placas a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas para BAL según el método utilizado.
- ✓ Se recomendó incubar en pilas de no más de 20 placas.

3. Interpretación:

- ✓ Se contó todas las colonias rojas sin importar el tamaño ni intensidad del color.
- ✓ No contar las colonias que han crecido fuera del área de inoculación.
- ✓ Las BAL heterofermentativas se definen como colonias que son rojas asociadas a gas, dentro del diámetro de una colonia. Las colonias rojas sin gas están definidas como BAL homofermentativas.

ANEXO 8

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGUR GRIEGO CON CULTIVO PROTECTOR

Tabla 39
Resultados fisicoquímicos de pH

DÍAS	pH [H ⁺]				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	4,34	4,33	4,32	4,31	4,30
5	4,33	4,31	4,31	4,31	4,29
10	4,32	4,30	4,30	4,30	4,27
15	4,31	4,29	4,29	4,30	4,25
20	4,30	4,28	4,28	4,28	4,23
25	4,28	4,27	4,22	4,22	4,22
30	4,27	4,25	4,23	4,23	4,21
35	4,25	4,23	4,20	4,20	4,19
40	4,23	4,21	4,19	4,18	4,18
Total	38,63	38,47	38,34	38,33	38,14

Tabla 40
Resultados fisicoquímicos de acidez

DÍAS	Acidez (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,65	0,67	0,70	0,71	0,73
5	0,66	0,68	0,71	0,72	0,74
10	0,67	0,69	0,72	0,73	0,76
15	0,68	0,70	0,73	0,74	0,77
20	0,69	0,71	0,74	0,75	0,79
25	0,71	0,72	0,75	0,77	0,81
30	0,72	0,73	0,77	0,79	0,82
35	0,73	0,75	0,79	0,81	0,85
40	0,75	0,76	0,81	0,82	1,10
Total	6,26	6,41	6,72	6,84	7,37

Tabla 41
Resultados fisicoquímicos de sinéresis

DÍAS	Sinéresis (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75
5	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78
10	0,75	0,75	0,78	0,78	0,80
15	0,77	0,78	0,81	0,81	0,85
20	0,80	0,81	0,83	0,83	0,87
25	0,84	0,85	0,86	0,86	0,90
30	0,90	0,91	0,92	0,92	0,95
35	0,92	0,93	0,95	0,95	1,00
40	0,95	0,96	1,00	1,00	1,05
Total	6,36	6,44	6,83	6,85	6,95

ANEXO 9

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGUR GRIEGO CON CULTIVO PROTECTOR

Tabla 42
Control microbiológico de mohos

Días	Mohos UFC/g				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	<10	<10	<10	<10	<10
5	<10	<10	<10	<10	<10
10	<10	<10	<10	<10	<10
15	<10	<10	<10	<10	<10
20	<10	<10	<10	<10	<10
25	<10	<10	<10	<10	<10
30	<10	<10	<10	<10	<10
35	10	<10	<10	<10	<10
40	20	10	<10	<10	<10

Tabla 43
Control microbiológico de levaduras

Días	Levaduras UFC/g				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	<10	<10	<10	<10	<10
5	<10	<10	<10	<10	<10
10	<10	<10	<10	<10	<10
15	<10	<10	<10	<10	<10
20	<10	<10	<10	<10	<10
25	<10	<10	<10	<10	<10
30	10	<10	<10	<10	<10
35	30	10	<10	<10	<10
40	60	30	<10	<10	<10

Tabla 44
Control microbiológico de coliformes

Días	Coliformes UFC/g				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	<10	<10	<10	<10	<10
5	<10	<10	<10	<10	<10
10	<10	<10	<10	<10	<10
15	<10	<10	<10	<10	<10
20	<10	<10	<10	<10	<10
25	<10	<10	<10	<10	<10
30	10	<10	<10	<10	<10
35	20	10	<10	<10	<10
40	40	30	<10	<10	<10

Tabla 45
Control microbiológico de *E. coli*

Días	E. coli UFC/g				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	<10	<10	<10	<10	<10
5	<10	<10	<10	<10	<10
10	<10	<10	<10	<10	<10
15	<10	<10	<10	<10	<10
20	<10	<10	<10	<10	<10
25	<10	<10	<10	<10	<10
30	<10	<10	<10	<10	<10
35	10	<10	<10	<10	<10
40	30	10	<10	<10	<10

Tabla 46
Control microbiológico de bacterias ácido lácticas

Días	BAL UFC/g				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	27	63	108	121	146
5	29	67	120	125	152
10	31	68	124	128	158
15	33	70	128	135	161
20	35	76	132	137	166
25	37	81	143	143	172
30	40	85	145	152	181
35	38	83	147	153	189
40	36	79	143	149	183
Total	306	672	1190	1193	1408

ANEXO 10

**RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL DEL YOGUR GRIEGO CON CULTIVO
PROTECTOR**

Tabla 47
Análisis sensorial hedónico para color

Panelistas	COLOR				
	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=⊕
1	6	6	6	5	5
2	5	5	5	6	5
3	4	4	4	4	4
4	6	6	6	6	6
5	6	5	5	6	4
6	6	5	6	5	7
7	6	4	5	4	5
8	6	5	6	6	5
9	6	6	6	5	4
10	6	5	6	4	5
11	6	6	6	7	4
12	6	6	6	5	6
13	7	6	6	7	5
14	6	6	7	7	5
15	6	6	7	5	5
16	6	6	7	6	5
17	5	5	6	6	5
18	5	5	6	6	4
19	6	6	7	7	6
20	6	5	5	6	4
21	5	6	6	6	6
22	6	6	7	7	4
23	6	5	6	6	5
24	6	6	6	6	4
25	5	6	6	5	4
26	5	5	6	6	5
27	5	6	6	6	4
28	6	6	7	7	5
29	5	6	7	6	5
30	6	6	7	7	5
Total	171	166	182	175	146

Tabla 48
Análisis sensorial hedónico para olor

OLOR					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=+
1	6	6	6	5	5
2	6	6	6	5	5
3	5	5	6	6	4
4	6	6	6	7	6
5	7	6	6	6	5
6	6	6	5	6	7
7	6	5	5	5	4
8	5	5	6	6	5
9	5	6	6	5	4
10	5	5	6	5	5
11	6	6	6	6	5
12	5	6	6	6	5
13	6	6	5	6	5
14	5	4	6	6	5
15	6	6	6	6	5
16	6	6	6	5	5
17	6	6	5	6	5
18	6	6	5	4	5
19	5	6	6	6	4
20	5	5	6	7	5
21	5	5	6	6	5
22	6	6	6	7	5
23	6	6	7	5	5
24	5	5	6	6	5
25	5	6	6	6	4
26	6	6	6	6	5
27	6	6	7	7	5
28	5	6	6	6	5
29	5	5	6	6	5
30	6	6	6	6	5
Total	168	170	177	175	148

Tabla 49
Análisis sensorial hedónico para sabor

SABOR					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=+
1	5	5	7	6	5
2	5	6	6	4	2
3	5	4	5	6	2
4	5	5	6	6	5
5	5	5	6	6	4
6	5	4	6	6	5
7	4	6	5	5	3
8	5	4	6	6	3
9	3	4	5	5	4
10	6	3	5	5	4
11	5	6	5	6	5
12	3	3	4	5	5
13	2	5	5	6	5
14	5	5	6	5	6
15	6	4	6	5	4
16	5	5	7	6	5
17	5	6	6	5	4
18	5	6	6	7	4
19	5	5	6	6	5
20	6	6	7	6	4
21	6	5	6	6	5
22	3	6	6	5	4
23	5	4	6	5	4
24	4	5	6	7	5
25	3	5	6	5	4
26	5	6	7	6	5
27	4	5	6	6	4
28	6	5	5	7	5
29	5	5	6	5	5
30	5	6	6	6	5
Total	141	149	175	170	130

Tabla 50
Análisis sensorial hedónico para apariencia general

APARIENCIA GENERAL					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=+
1	5	5	6	6	5
2	4	4	5	6	5
3	4	4	5	6	6
4	4	5	6	6	3
5	5	5	6	5	6
6	7	6	6	5	5
7	6	5	6	6	5
8	6	5	5	4	5
9	5	4	6	5	5
10	6	6	6	5	5
11	4	5	5	4	3
12	6	6	6	5	4
13	5	6	6	6	4
14	6	6	5	6	5
15	6	5	6	6	5
16	6	5	5	5	4
17	5	5	6	5	5
18	6	6	6	5	4
19	4	5	6	6	4
20	4	5	6	6	5
21	5	6	5	5	4
22	5	5	6	6	5
23	5	5	7	6	5
24	6	6	6	7	5
25	5	5	6	6	4
26	6	6	6	5	4
27	6	6	6	4	4
28	6	5	5	6	4
29	6	5	6	6	5
30	6	5	6	6	5
Total	160	157	173	165	138

Tabla 51
Análisis sensorial descriptivo para color

COLOR					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=+
1	3	3	3	3	3
2	2	2	4	4	2
3	4	4	3	4	4
4	4	3	3	3	4
5	3	5	5	4	4
6	4	4	5	4	4
7	4	3	3	3	4
8	3	3	3	3	2
9	3	5	5	5	4
10	3	4	5	5	5
11	4	5	5	5	4
12	4	5	5	5	5
13	4	4	4	4	4
14	3	3	3	3	3
15	4	4	4	4	4
Total	52	57	60	59	56

Tabla 52
Análisis sensorial descriptivo para olor

OLOR					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=+
1	2	3	3	3	5
2	4	3	4	4	4
3	3	4	4	4	4
4	4	3	3	4	4
5	3	4	4	4	5
6	4	4	4	5	4
7	4	3	4	4	5
8	2	3	3	3	4
9	4	4	4	4	5
10	3	3	4	4	4
11	4	4	4	4	4
12	4	3	4	4	5
13	4	4	4	5	4
14	3	3	4	4	5
15	4	4	4	4	4
Total	52	52	57	60	66

Tabla 53
Análisis sensorial descriptivo para sabor

SABOR					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=⊕
1	3	3	4	4	4
2	3	4	4	4	4
3	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	3
5	3	3	3	3	5
6	3	4	4	4	4
7	4	3	4	4	4
8	3	3	4	4	4
9	3	3	4	4	4
10	4	4	4	3	4
11	3	4	3	4	5
12	4	3	4	4	5
13	3	3	3	3	4
14	3	3	4	4	4
15	3	3	4	4	5
Total	49	50	57	57	63

Tabla 54
Análisis sensorial descriptivo para apariencia general

APARIENCIA GENERAL					
Panelistas	T1=○	T2=□	T3=△	T4=◇	T5=⊕
1	4	5	4	4	4
2	5	5	4	5	5
3	5	5	5	4	4
4	4	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	4	5
7	5	5	5	5	5
8	5	4	5	5	4
9	5	5	5	5	4
10	5	5	4	5	4
11	5	5	5	4	5
12	4	5	4	5	5
13	4	4	5	4	5
14	5	5	4	5	5
15	5	4	4	4	5
Total	71	72	69	69	70

ANEXO 11

PANEL FOTOGRÁFICO DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA LECHE

Figura 24

Recepción de la leche



Figura 25

Análisis de la leche por espectroscopia ultrasónica



Figura 27

Prueba de estabilidad con alcohol



Figura 26

Prueba de Mastitis de California (CMT)



Figura 28

Prueba de tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM)



Figura 29
Prueba de densidad de la leche



Figura 30
Determinación de acidez en la leche



Figura 31
Control de pH en la leche



Figura 32
Análisis microbiológico de la leche



ANEXO 12

PANEL FOTOGRÁFICO EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR GRIEGO

Figura 33
Filtrado y dosificado de la leche



Figura 34
Calentamiento de la leche con agitación



Figura 35
Pasteurización de la leche



Figura 36
Enfriado de la leche



Figura 37
Recepción de cultivos lácticos



Figura 38
Dosificación de los cultivos



Figura 39
Incubación y fermentación del yogur



Figura 40
Control del pH en la fermentación



Figura 41
Proceso del desuerado inicial

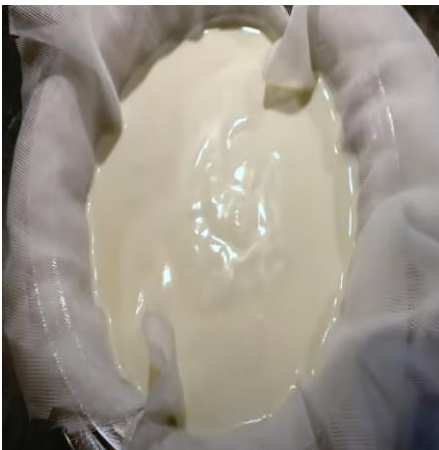


Figura 42
Proceso de desuerado final



Figura 43
Desinfección y esterilización de envases



Figura 44
Envasado y almacenado del yogur griego



ANEXO 13

PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS EN EL YOGUR GRIEGO

Figura 45
Medición del pH en el yogur griego



Figura 46
Verificación del pH en el yogur griego



Figura 47
Control de temperatura del yogur griego



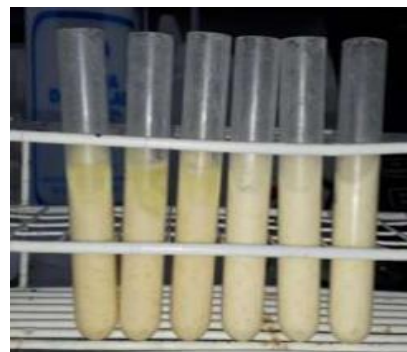
Figura 48
Determinación de acidez en el yogur griego



Figura 49
Prueba de sinéresis por centrifugación



Figura 50
Control de sinéresis en los tratamientos



ANEXO 14

PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS EN EL YOGUR GRIEGO

Figura 51

Preparación del agua peptonada al 0,1%



Figura 52

Esterilización de materiales en el Autoclave



Figura 53

Cámara de flujo laminar (TELSTAR BH 100)



Figura 54

Tubos de ensayos con distintas diluciones



Figura 55

Siembra microbiológica



Figura 56

Inoculación

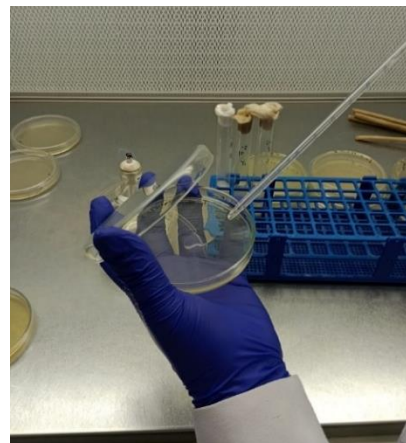


Figura 57
Siembra e inoculación de las BAL



Figura 58
Incubadora regulada a 37°C



Figura 59
Incubación de las BAL



Figura 60
Resultados de BAL para T1

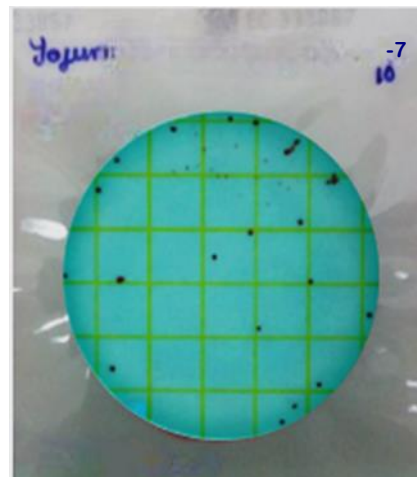


Figura 61
Resultados de BAL T3

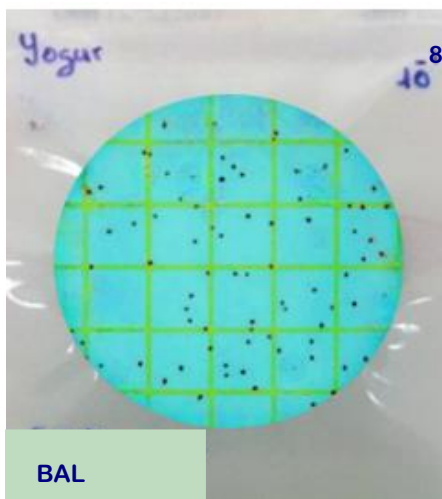


Figura 62
Recuento de BAL para T4

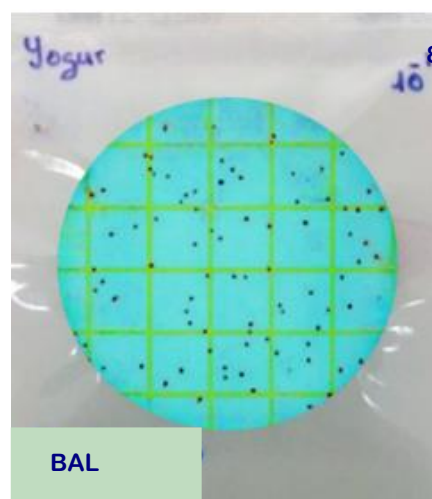


Figura 63
Prueba de catalasa Lactobacillus rhamnosus



Figura 64
Prueba de Tinción Gram



Figura 65
Set de Gram



Figura 66
Observación microscópica de las bacterias



Figura 67
Vista microscópica de las BAL



Figura 68
Vista microscópica del L. rhamnosus

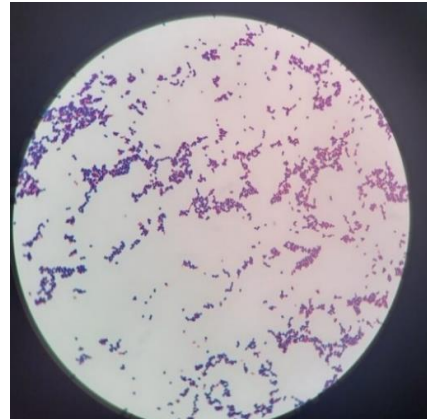


Figura 69
Resultado de coliformes T1



Figura 70
Resultado de coliformes T2



Figura 71
Resultados de coliformes T3

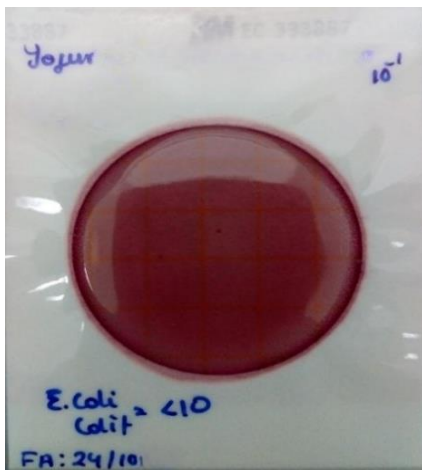


Figura 72
Resultado de coliforme T4

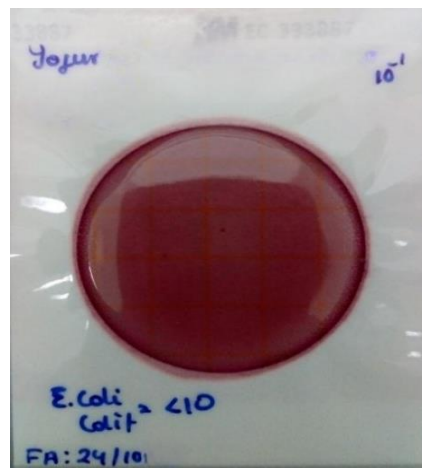


Figura 73
Resultados de coliformes T5

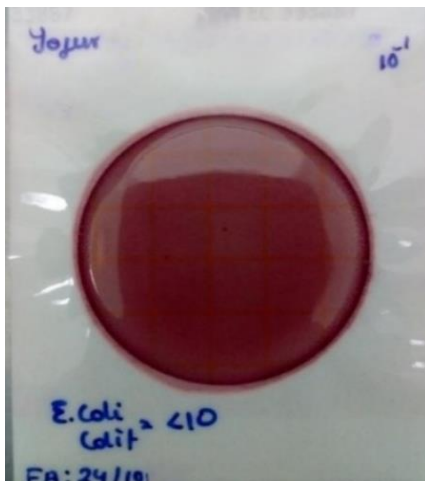


Figura 74
Resultado de coliformes para T3

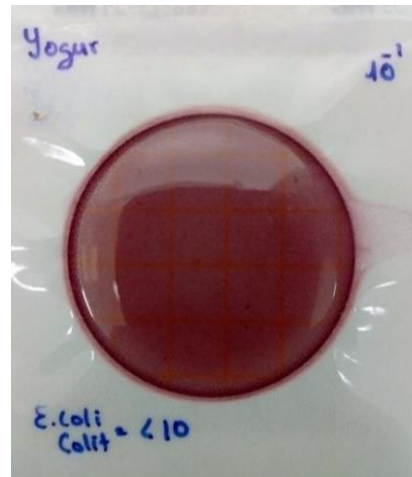


Figura 75
Resultado de coliformes para T1

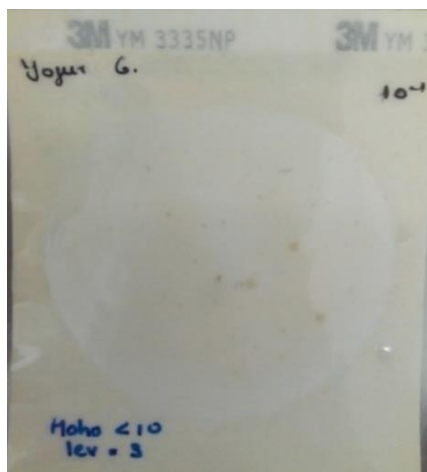


Figura 76
Recuento para mohos y levaduras en T2

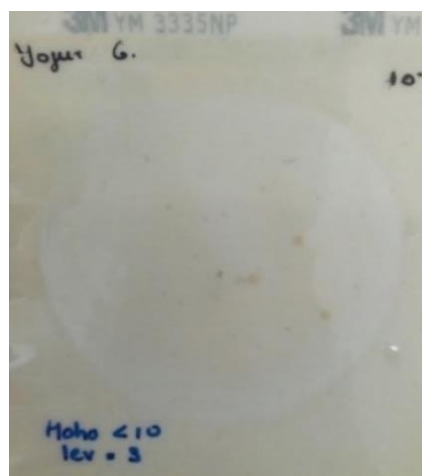


Figura 77
Recuento para mohos y levaduras en T3

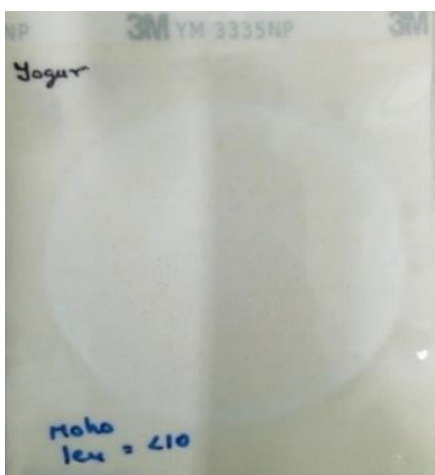


Figura 78
Recuento para mohos y levaduras T4

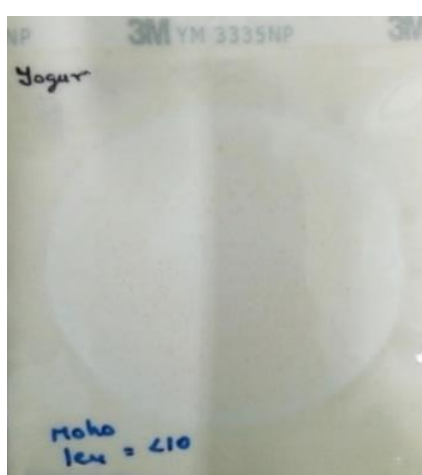


Figura 79
Recuento para mohos y levaduras T5

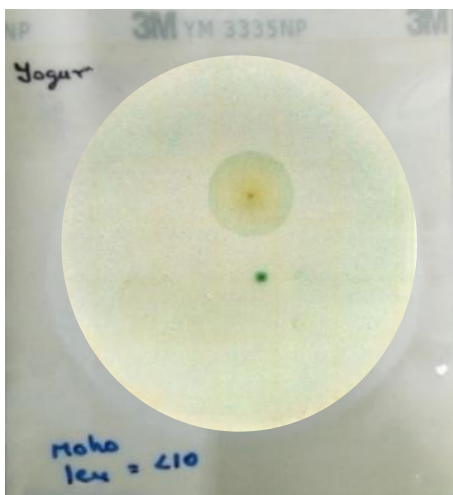
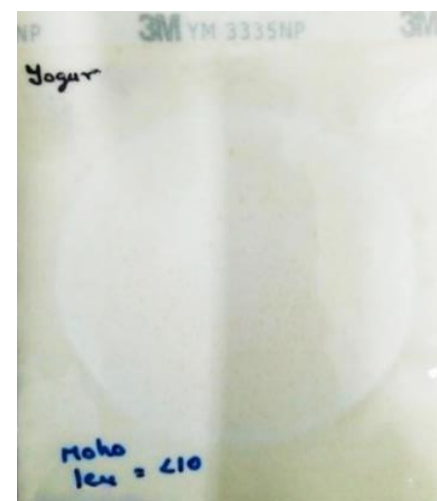


Figura 80
Recuento para mohos y levaduras T1



ANEXO 15

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA PRUEBA SENSORIAL EN EL YOGUR GRIEGO

Figura 81

Evaluación sensorial de los tratamientos

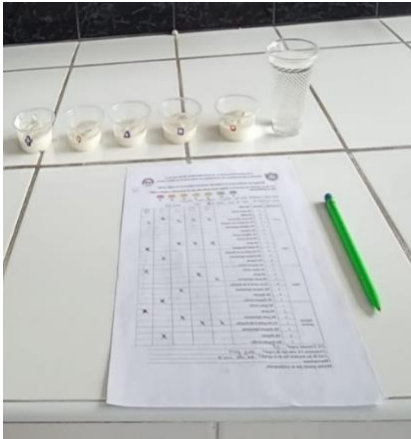


Figura 82

Materiales de encuesta



Figura 83

Evidencia de panelistas en la evaluación sensorial



Figura 84
Evaluación del yogur griego T1



Figura 85
Evaluación del yogur griego T2



Figura 86
Evaluación del yogur griego T3



Figura 87
Apariencia del yogur griego T4



Figura 88
Recolección de datos de los tratamientos

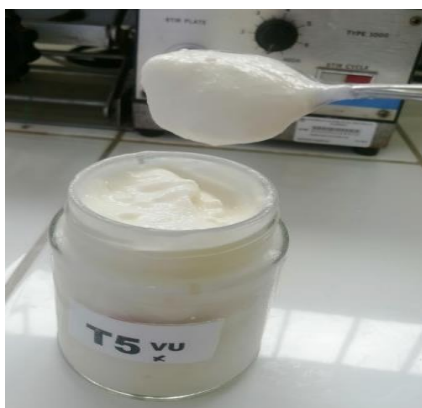


Figura 89
Evaluación del yogur griego del T5



**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:****Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego****Expositor: Jose Enrique Jurado Meneses****Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias**

Expediente N° 2549183

Resolución Decanal N° 146-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 03-10-2025

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las nueve de la mañana con cinco minutos del día lunes seis de octubre del año dos mil veinticinco, se reunieron el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Jose Enrique Jurado Meneses**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA y Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego**, presentado por el Bachiller **Jose Enrique Jurado Meneses**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 146-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Jose Enrique Jurado Meneses**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA y Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY. Luego el Presidente invitó al Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO, para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15)**.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:****Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego****Expositor: Jose Enrique Jurado Meneses
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias****Expediente Nº 2549183 Resolución Decanal Nº 146-2025-UNSCH-FIQM/D Fecha: 03-10-2025**

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Jose Enrique Jurado Meneses**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las once de la mañana con diez minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:



.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente



.....
Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY
Miembro



.....
Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA
Miembro



.....
Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS
(Miembro)



.....
Mg. Fredy Rober PÁRIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, el Sr. **Jose Enrique JURADO MENESES** egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor **Ing. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO**, la Tesis: **Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego**, y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 27% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha octubre 17 de 2025 e Identificador de la Entrega N° 2784015320.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, 22 de octubre del 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA
E - P DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Ing. CP **Antonio J. Matos Alejandro**
DIRECTOR

c.c. : Archivo.
Constancia N° 105

Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego

por Jose Enrique Jurado Meneses

Fecha de entrega: 17-oct-2025 09:03a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2784015320

Nombre del archivo: TESIS-_JOSE_ENRIQUE_JURADO_MENESES.pdf (1.2M)

Total de palabras: 17830

Total de caracteres: 91352

Efecto de un cultivo protector (*Lactobacillus rhamnosus*) en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogur griego

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	vsip.info Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
10	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%

11	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
12	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
13	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1 %
14	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	investigacion.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
17	bta.frba.utn.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
18	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
20	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
21	runas.religacion.com Fuente de Internet	<1 %
22	sag.org.ar Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

25 pt.scribd.com Fuente de Internet <1 %

26 L. A. Pascual-Pineda, E. Azuara, R. Díaz, E. R. Silva. "Uso de la deshidratación osmótica por etapas para prolongar la vida pos-cosecha de guayaba Use of osmotic dehydration by stages to extend the postharvest life of guava", CyTA - Journal of Food, 2010
Publicación <1 %

27 "7 ° Congreso Internacional de Ingeniería Agroindustrial", Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria (Corpoica), 2021
Publicación <1 %

28 Submitted to uncedu Trabajo del estudiante <1 %

29 www.consumer.es Fuente de Internet <1 %

30 1library.co Fuente de Internet <1 %

31 repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet <1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo