

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO EN LA INOCUIDAD
MICROBIOLÓGICA DE LECHE ENTERA Y DESCREMADA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TESISTA:

VILLANUEVA AROSTEGUI, INCIDENCIA

ASESOR:

Dr. VILLANUEVA TIBURCIO, JUAN EDSON

HUÁNUCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada a mis padres: JULIO VILLANUEVA DURAN y DIONICIA AROSTEGUI POLINAR, por apoyarme para salir adelante en mi vida profesional de Ingeniería Agroindustrial. A mis hermanitos(as) por darme fuerzas y ser ejemplo de mi familia. A mis amigos(as) por compartir sus conocimientos en los 5 años de estudios.

VILLANUEVA AROSTEGUI, Incidencia.

AGRADECIMENTOS

A Yave por brindarme la vida y salud para realizar mis estudios.

A mi familia por darme soporte, para superarme en los 5 años de estudios.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán por su apoyo, mediante el proyecto de fondos concursables Resolución N°0125-2018-UNHEVAL-VRI.



UNHEVAL
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

RESOLUCIÓN N° 0125-2019-UNHEVAL-VRI

Huánuco, 26 de marzo del 2019

VISTO: el Oficio N° 252-2019-UNHEVAL-DIU de fecha 26/03/2019, Reg. 0259, en (05) folios.

CONSIDERANDO:

Que, la Ley Universitaria 30220 en su Capítulo VI "INVESTIGACIÓN", Artículo 48°, establece que: *La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas;*

Que, con Resolución de Consejo Universitario N° 4452-2018-UNHEVAL de fecha 17/12/2018, se ratifica la Resolución N° 071-2018-UNHEVAL-VRI del 05/12/2018 que aprueba el Reglamento General de Investigación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán;

Que, con resolución de Consejo Universitario N° 0721-2019-UNHEVAL de fecha 19/02/2019 se ratifica la Resolución N° 0069-2019-UNHEVAL-VRI del 06/02/2019, que aprueba el Reglamento del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL – 2019;

Que, con Resolución N° 0106-2019-UNHEVAL-VRI de fecha 06/03/2019, se designa a los Jurados Evaluadores Externos para el Concurso de Proyectos de Investigación con Financiamiento de Fondos Concursables 2019;

Que, con Oficio N° 0252-2019-UNHEVAL-DIU de fecha 26/03/2019, la Directora de Investigación Universitaria, remite la relación de ganadores del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, los cuales han sido evaluados y aprobados por el Jurado Evaluador Externo; solicitando la emisión de la Resolución correspondiente, precisando que las mismas deben ser emitidas por cada grupo de investigación de acuerdo al listado que anexa;

Estando a las atribuciones conferidas al Vicerrector de Investigación por la Ley Universitaria N° 30220, por el Estatuto de la UNHEVAL, la Resolución N° 050-2016-UNHEVAL-CEU, del 26.AGO.2016, del Comité Electoral Universitario, que proclamó y acreditó, a partir del 02.SET.2016 hasta el 01.SET.2021, a los representantes de la Alta Dirección; y por la Resolución N° 2780-2016-SUNEDU-02-15.02, del 14.OCT.2016, que resolvió proceder a la inscripción de la firma del Vicerrector de Investigación de la UNHEVAL en el Registro de Firma de Autoridades Universitarias, Instituciones y Escuelas de Educación Superior de la SUNEDU;

SE RESUELVE:

1° **DECLARAR** como Ganador del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, el siguiente proyecto de investigación, por lo expuesto en los considerandos precedentes:

COD. DEL PROY.	TÍTULO DEL PROYECTO	FACULTAD	PARTICIPANTES	CONDICIÓN	PRESUPUESTO
AG06	DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CALENTAMIENTO OHMICO PARA PASTEURIZAR BEBIDAS.	CIENCIAS AGRARIAS	VILLANUEVA TIBURCIO, JUAN EDSON	INVESTIGADOR PRINCIPAL	S/. 40,000.00
			CONDEZO HOYOS, LUIS ALBERTO	CO-INVESTIGADOR	
			ESCOBAL GARCIA, IMMER MATEO	CO-INVESTIGADOR	
			GAVINO NIETO, ELSA LOREN	TESISTA	
			LUQUILLAS SANCHEZ, EMPERATRIZ SORAYDA ROSALÍA	TESISTA	
			VILLANUEVA AROSTEGUI, INCIDENCIA	TESISTA	

2° **OTORGAR** al investigador principal el financiamiento con Fondos Concursables 2019 la suma de S/. 40,000.00, bajo las condiciones señaladas en el Reglamento del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019 y la Directiva N° 001-2018-UNHEVAL-DIGA-UC, Directiva de viáticos, pasajes y asignaciones económicas de la UNHEVAL; siendo su responsabilidad la ejecución total de la investigación con la asignación otorgada.

3° **DISPONER**, en caso de incumplimiento de las responsabilidades asumidas por los integrantes de proyecto, la aplicación de lo establecido en el mencionado Reglamento, ítem 6. *De las sanciones a los investigadores;* asimismo se dejará constancia en el legajo del docente para ser tomado en cuenta en su solicitud de ratificación y/o promoción.

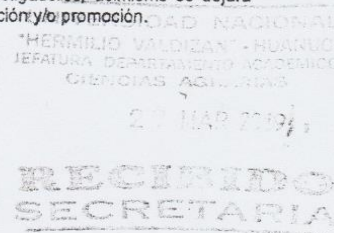
4° **ELEVAR** al Consejo Universitario para su ratificación.

5° **DAR A CONOCER** a los interesados y a los órganos correspondientes.



Regístrese, comuníquese y archívese.
Dr. Javier Gonzalo López y Morales
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Distribución: Rector/VRAcad./DIU/DTI/FCA/DI-FCA/Interesados/archivo
MBT/Sec.



Mi sincero agradecimiento a mi asesor Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio por su ayuda desde el inicio hasta culminar la tesis.

A todos los Ingenieros, por sus enseñanzas, conocimientos, experiencias durante los cinco años de mi vida universitaria.

PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS Y/O CIENTÍFICOS

1. V Congreso Internacional de Ingeniería Agroindustrial.

Fecha: octubre 22 al 27 de 2018.

Ponente: Congreso realizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y Educación Continua del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Santa Clara, San Carlos, Costa Rica.

RESUMEN

VILLANUEVA AROSTEGUI, Incidencia. Efecto del calentamiento óhmico en la inocuidad microbiológica de la leche entera y descremada. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco-Perú. 2022.

La leche es un alimento consumido a nivel del mundo debido a sus características nutricionales, sin embargo, este alimento se ve involucrado en diversas enfermedades alimentarias, principalmente por su mala pasteurización, por otra parte, el área de tecnologías emergentes, desarrolla y aplica técnicas para pasteurizar en frío, entre ello se tiene el calentamiento óhmico. El objetivo de la investigación fue pasteurizar la leche utilizando un prototipo de calentamiento óhmico diseñado y construido en la misma Universidad. La metodología consistió en someter a tratamientos con voltaje de (10 voltios) y tiempos de (3, 6 y 9 minutos); se evaluó la carga microbiana en leche entera y descremada (aerobios mesófilos, coliformes); así como las características fisicoquímicas (densidad, pH, sólidos totales, acidez; físicas (colorimetría) y sensoriales (color, olor y sabor). Los resultados mostraron que a (10 voltios), la carga microbiana, en leche entera y descremada los mesófilos aerobios viables en T_{0E} fue 3,26 Log/mL; 4,98 Log/mL y en leche descremada en T_{1D} fue de 3,2 Log/mL; 5,83 Log/mL; en la leche pasteurizada fue de <1 Log/mL, en coliformes, los tratamientos T_{0E} , T_{1E} , T_{2E} , T_{3E} ; T_{0D} , T_{1D} , T_{2D} y T_{3D} se encontró presencia y en las evaluaciones fisicoquímicas de leche entera fueron: densidad (1,027 – 1,026 g/mL); pH (7,32 – 6,70); sólidos totales (8,10 – 8,47%); acidez (0,14 – 0,06%) y color L^* (77,68 – 76,02) mientras en la leche descremada reportaron: densidad (1,031 – 1,028 g/mL); pH (7,02 – 6,74); sólidos totales (8,83 – 7,53%); acidez (0,15 – 0,11%) y color L^* (79,12 – 75,17). En los resultados de las características organolépticas se consiguió que los tratamientos aplicados con el calentamiento óhmico en color, olor y sabor no se mostró diferencia significativa, indicó un calificativo “malo” y todos fueron iguales. En conclusión, bajo las condiciones evaluadas esta tecnología ofrece limitaciones para la pasteurización de la leche.

Palabras clave: Conductividad eléctrica, bacterias aerobias mesófilos, bacterias coliformes, colorimetría.

ABSTRACT

VILLANUEVA AROSTEGUI, Incidencia. Effect of ohmic heating on the microbiological safety of whole and skimmed milk. Thesis to opt for the title of Agroindustrial Engineer, Professional School of Agroindustrial Engineering, Hermilio Valdizán National University, Huánuco-Perú. 2022.

Milk is a food consumed worldwide due to its nutritional characteristics; however, this food is involved in various food diseases, mainly due to its poor pasteurization, on the other hand, the area of emerging technologies develops and applies techniques to cold pasteurize, including Ohmic Heating. The objective of the research was to pasteurize the milk using an ohmic heating prototype designed and built at the same University. The methodology consisted of submitting treatments with voltage (10 volts) and times of (3, 6 and 9 minutes); the microbial load was evaluated in whole and skimmed milk (mesophilic aerobics, coliforms); as well as the physicochemical characteristics (density, pH, total solids, acidity; physical (colorimetry) and sensory (color, smell and flavor). The results showed that at (10 volts), the microbial load, in whole and skimmed milk, the mesophiles viable aerobes in T_{0E} was 3,26 Log/mL; 4,98 Log/mL and in skimmed milk in T_{1D} it was 3,2 Log/mL; 5,83 Log/mL; in pasteurized milk it was <1Log/mL, in coliforms, the treatments T_{0E} , T_{1E} , T_{2E} , T_{3E} ; T_{0D} , T_{1D} , T_{2D} and T_{3D} were found to be present and in the physicochemical evaluations of whole milk they were: density (1,027 – 1,026 g/mL); pH (7,32 – 6,70); total solids (8,10 – 8,47); acidity (0,14 – 0,06%) and color L^* (77,68 – 76,02) while in skimmed milk they reported: density (1,031 – 1,028 g/mL), pH (7,02 – 6,74), total solids (8,83 – 7,53), acidity (0,15 – 0,11%) and color L^* (79,12 – 75,17). In the results of the organoleptic characteristics, it was achieved that the treatments applied with ohmic heating in color, smell and taste did not show a significant difference, it indicated a qualifier "bad" and they were all the same. In conclusion, under the evaluated conditions this technology offers limitations for milk pasteurization.

Keywords: Electric conductivity, mesophilic aerobic bacteria, coliform bacteria, colorimetry.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS Y/O CIENTÍFICOS.....	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	X
ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Calentamiento óhmico	4
2.1.1 Ventajas del Calentamiento óhmico.....	4
2.1.2 Factores que afectan el calentamiento óhmico.....	5
2.1.3 Estudio de calentamiento óhmico en bebidas.....	5
2.1.4 Electroporación	5
2.1.5 Conductividad	6
2.1.6 Conductividad eléctrica del calentamiento óhmico.....	6
2.1.7 Diseño automatizado de calentamiento óhmico.....	7
2.2 Leche	7
2.2.1 Definición	7
2.2.2 Variedades de la leche.....	8
2.2.3 Beneficios de la leche	9
2.2.4 Composición nutricional de la leche.....	9
2.2.5 Características físico químicas de la leche	9
2.2.6 Características físico químicas de la leche pasteurizada	10

2.2.7 Características colorimétricas de la leche	10
2.2.8 Características organolépticas	11
2.2.9 Leche descremada.....	11
2.3 Microbiología de la leche.....	11
2.3.1 Microorganismos asociados a la leche	12
2.4 Investigaciones sobre calentamiento óhmico.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Materiales y tratamientos aplicados en el desarrollo de la investigación	16
3.1.1 Prototipo de calentamiento óhmico	17
3.1.2 Adquisición y preparación de muestras de leche	17
3.2 Procesos	17
3.2.1 Aplicación de calentamiento óhmico en leche.....	17
3.3 Productos	19
3.4 Métodos de análisis	19
3.4.1 Evaluación microbiológica de leche (aerobios mesófilos)	19
3.4.2 Evaluación de coliformes por NMP	19
3.4.3 Evaluación fisicoquímica de leche	20
3.4.4 Medición de color	21
3.4.5 Evaluación sensorial	21
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico.....	22
3.5.1 Para las características sensoriales.....	22
3.5.2 Análisis de datos.	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 Efecto del calentamiento óhmico en la inocuidad microbiológica de leche entera y descremada.	24
4.1.1 Comparación de tratamientos de leche entera y descremada	26
4.2 Efecto del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas de leche entera y descremada.	26

4.3 Evaluación de color en leche entera y descremada	28
4.4 Evaluación sensorial en leche entera y descremada	29
4.5 Diseño, construido y validado del calentamiento óhmico	30
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	41
ANEXO 1 – Análisis estadísticos de leche entera y descremada por calentamiento óhmico	42
ANEXO 2 – Evaluación de las características sensoriales	50
ANEXO 3 – Proceso de leche entera y descremada por calentamiento óhmico	52
ANEXO 4 – Análisis microbiológico de leche entera y descremada	55
ANEXO 5 – Análisis fisicoquímicos.....	57
ANEXO 6 – Panel fotográfico de análisis sensorial.....	58
ANEXO 7 – Ficha de evaluación sensorial	59
ANEXO 8 – Tabla de Coliformes.....	61
ANEXO 9 – Resultados en Excel de análisis sensorial.....	62
ANEXO 10 – Tabla de Recuento de microorganismos coliformes	68
ANEXO 11 – Resolución del concurso ganado de la UNHEVAL	68

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de la leche por 100 gramos.....	9
Fuente: Cuentas et al. (2018).....	9
Tabla 2. Características físico químicas de la leche pasteurizada entera.	10
Fuente: Falconi (2018).	10
Tabla 3. Características fisicoquímicas de la leche descremada.....	11
Fuente: Estacio & Muñoz (2017).	11
Tabla 4. Microorganismos en leche fresca	12
Tabla 5. Microorganismos en leche pasteurizada.....	12
Tabla 6. Leche UHT (entera, semidescremada, descremada)	13
Tabla 7. Pruebas microbiológicas en leche pasteurizada.....	13
Tabla 8. Tratamientos de la investigación de leche entera aplicado por el prototipo de calentamiento óhmico.	16
Tabla 9. Tratamientos de la investigación de leche descremada aplicado por el prototipo de calentamiento.....	16
Tabla 10. Escala hedónica para las características organolépticas.....	22
Tabla 11. Resultados del efecto de calentamiento óhmico en la reducción de carga microbiana en leche entera y descremada sometidos a 10 voltios.	24
Tabla 12. Comparación de tratamientos de leche entera y descremada tratada por calentamiento óhmico y por método convencional.....	26
Tabla 13. Resultados de la evaluación fisicoquímica realizados en la leche entera y descremada aplicados con el calentamiento óhmico.	27
Tabla 14. Resultados de la evaluación de color de leche entera y descremada tratados con calentamiento óhmico.....	28
Tabla 15. Comparación de las características sensoriales de los tratamientos en leche entera y descremada.	29
Tabla 16. El análisis de varianza de aerobios mesófilos de leche entera.....	42
Tabla 17. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de aerobios mesófilos de leche entera.....	42
Tabla 18. El análisis de varianza de aerobios mesófilos de leche descremada. ..	42
Tabla 19. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de	

aerobios mesófilos de leche descremada.....	42
Tabla 20. El análisis de varianza de densidad de leche entera.....	42
Tabla 21. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de densidad de leche entera.....	43
Tabla 22. El análisis de varianza de densidad de leche descremada.....	43
Tabla 23. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de densidad de leche descremada.....	43
Tabla 24. El análisis de varianza de solidos solubles de leche entera.....	43
Tabla 25. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de solidos solubles de leche entera.....	44
Tabla 26. El análisis de varianza de solidos solubles de leche descremada.....	44
Tabla 27. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de solidos solubles de leche descremada.....	44
Tabla 28. El análisis de varianza de pH de leche entera.....	44
Tabla 29. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de pH de leche entera.....	44
Tabla 30. El análisis de varianza de pH de leche descremada.....	45
Tabla 31. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de pH de leche descremada.....	45
Tabla 32. El análisis de varianza de acidez titulable de leche entera.....	45
Tabla 33. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de acidez titulable de leche entera.....	45
Tabla 34. El análisis de varianza de acidez titulable de leche descremada.....	45
Tabla 35. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de acidez titulable de leche descremada.....	46
Tabla 36. El análisis de varianza de color Luminosidad (L*) de leche entera.....	46
Tabla 37. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color Luminosidad (L*) de leche entera.....	46
Tabla 38. El análisis de varianza de color Luminosidad (L*) de leche descremada.....	46
Tabla 39. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color Luminosidad (L*) de leche descremada.....	47
Tabla 40. El análisis de varianza de color cromaticidad (a*) de leche entera.....	47

Tabla 41. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (a*) de leche entera.	47
Tabla 42. El análisis de varianza de color cromaticidad (a*) de leche descremada.	47
Tabla 43. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (a*) de leche descremada.	48
Tabla 44. El análisis de varianza de color cromaticidad (b*) de leche entera.	48
Tabla 45. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (b*) de leche entera.	48
Tabla 46. El análisis de varianza de color cromaticidad (b*) de leche descremada.	48
Tabla 47. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (b*) de leche descremada.	48
Tabla 48. El análisis de varianza de color cromaticidad (ΔE) de leche entera.	49
Tabla 49. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (ΔE) de leche entera.	49
Tabla 50. El análisis de varianza de color cromaticidad (ΔE) de leche descremada.	49
Tabla 51. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (ΔE) de leche descremada.	49
Tabla 52. Prueba de Friedman en leche entera por calentamiento óhmico en atributo color.	50
Tabla 53. Prueba de Friedman en leche descremada por calentamiento óhmico en atributo color.	50
Tabla 54. Prueba de Friedman en leche entera por calentamiento óhmico en atributo olor.	50
Tabla 55. Prueba de Friedman en leche descremada por calentamiento óhmico en atributo olor.	51
Tabla 56. Prueba de Friedman en leche entera por calentamiento óhmico en atributo sabor.	51
Tabla 57. Prueba de Friedman en leche descremada por calentamiento óhmico en atributo sabor.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Campo eléctrico de una membrana celular. Fuente: Macias & Mora (2017).....	5
Figura 2. Contenido de electrolito. Fuente: Macias & Mora (2017).	6
Figura 3. Planta piloto de calentamiento óhmico en Italia.	7
Figura 4. Composición de fresca. Fuente: Wikipedia (2022).....	8
Figura 5. Esquema realizado para el desarrollo de la investigación.....	16
Figura 6. Flujo de experimentos realizados en las muestras de leche, sometidos a voltaje y diferentes tiempos con el prototipo de calentamiento óhmico.....	18
Figura 7. Contenido de microorganismos mesófilos aerobios viables sometidos a tratamientos de prototipo de calentamiento óhmico en leche entera a 10 voltios; T0E: Leche sin pasteurizar; T1E: 10V/3min; T2E: 10V/6min; T3E: 10V/9min.....	25
Figura 8. Contenido de microorganismos mesófilos aerobios viables sometidos a tratamientos de prototipo de calentamiento óhmico en leche descremada a 10 voltios; T0D: Leche sin pasteurizar; T1D: 10V/3min; T2D: 10V/6min; T3D: 10V/9min.	25
Figura 9. Prototipo diseñado, construido y validado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.	30
Figura 10. a) Recepción de materia prima b) Filtración de leche c) Medición de densidad leche entera y descremada d) Medición de temperatura.....	52
Figura 11. e) Prototipo de calentamiento óhmico f) Desinfección de prototipo con clorito sódico 28% y ácido cítrico 50% g) Encender el prototipo y calibrar el voltaje h) Poner los cocodrilos en las rejillas i) Tratamientos realizados por prototipo de calentamiento óhmico j) Comparación de muestras.	53
Figura 12. Observación después del tratamiento del calentamiento óhmico la desnaturalización de leche entera y descremada.	54
Figura 13. a) Preparación de materiales y rotulado de tubos de ensayo b) Conteo de bacterias mesófilos. c) Preparación de materiales para coliformes por NMP con el medio Caldo lauril triptosa. d) Observación de burbujas y cambio de color por la prueba presuntiva. e) Preparación de caldo verde bilis brillante para la prueba confirmativa. f) Preparación en los tubos de ensayo para coliformes.	55

Figura 14. g) Siembra en placas con el medio EMB h), i), j), k) y l) Observación de coliformes en placas.	56
Figura 15. a) Medición de densidad, b) Medición de acidez titulable de leche, c) Medición de pH de leche, d)-e) Medición de sólidos solubles de leche, f) Medición de colorimetría.	57
Figura 16. Análisis sensorial de leche entera y descremada.	58
Figura 17. Ficha de análisis sensorial de leche entera.....	59
Figura 18. Ficha de análisis sensorial de leche descremada.	60
Figura 19. Coliformes de NMP	61

I. INTRODUCCIÓN

La leche es una emulsión simple que suspende el aceite en la fase acuosa. En la fase de agua, la fase de aceite forma pequeñas gotas. La leche es perecedera, y sufre daño microbiano y/o fisicoquímico. En las industrias lácteas, los tratamientos térmicos se utilizan a menudo para obtener productos inocuos y de alta calidad. La inocuidad microbiológica de los productos procesados es ampliamente utilizada para la pasteurización y la esterilización, comúnmente denominadas procesos térmicos convencionales. El mecanismo de transferencia de calor del proceso térmico se realiza por conducción (Indiarto & Nurannisa, 2020).

También la leche es un alimento necesario para las personas, el cual se consume a nivel del mundo. En Sudamérica el país con mayor producción de leche es Brasil con 551,000 toneladas con 51,8% de la producción. En Perú tenemos cinco regiones de mayor producción de leche: Cajamarca con 17,12%, Lima con 16,94%, Arequipa con 16,77%, La libertad con 7,37% y Puno con 6,16%; y la leche se consume de forma constante (Parmar et al., 2018).

No solamente se consume leche en materia prima, encontramos muchos derivados de la leche como son manjar, yogurt, queso, mantequilla, etc. Sin embargo, el consumo de la leche está asociado a diversos problemas de inocuidad, siendo una operación importante la pasteurización, para no tener problemas con la salud de los consumidores. Es necesario pasteurizar la leche y los derivados, tradicionalmente se procesa con el calor, en la actualidad existen tecnologías emergentes entre ellos tenemos el calentamiento óhmico.

El estudio de la problemática surge debido a que, el desarrollo de tecnologías emergentes en los países americanos y sobre todo en Perú está comenzando a despegar. En la misma Universidad se viene desarrollando prototipos de calentamiento óhmico; este equipo es efectivo para pasteurizar leche y no provoca cambios fisicoquímicos y sensoriales.

El calentamiento óhmico (CO) o calentamiento Joule tiene un inmenso potencial para lograr un calentamiento rápido y uniforme de los alimentos, proporcionando alimentos microbiológicamente seguros y de alta calidad. El éxito del calentamiento

óhmico depende de la tasa de generación de calor en el sistema, la conductividad eléctrica de los alimentos, la fuerza del campo eléctrico, el tiempo de residencia y el método por el cual los alimentos fluyen a través del sistema (Varghese et al., 2014). El calentamiento óhmico reduce el tiempo de tratamiento de mayor duración, lo que causa un daño térmico mínimo a los pigmentos, vitaminas y algunos otros elementos. También pueden alcanzar temperaturas más altas en alimentos en partículas que en líquidos; sin riesgo de ensuciamiento en la superficie de transferencia de calor y quema de alimentos que no es posible con los métodos de calentamiento tradicionales. El calentamiento óhmico se ha demostrado que es factible para su amplia variedad de productos alimenticios a saber: leche, frutas, verduras y sus productos, productos cárnicos, mariscos, harinas y almidones. Puede validar cualquier proceso comercial mediante la producción de alta calidad en alimentos y alimentos seguros (Jan & Shams, 2021).

Esta investigación se centró en la evaluación del efecto de calentamiento óhmico en el cual se aplique voltajes y tiempos a los tratamientos. De esta manera se incentiva aplicar en diferentes productos con combinaciones de voltaje y tiempos, para el desarrollo agroindustrial y utilizar tecnologías innovadoras para reducción de carga microbiana en leche, por efecto de la electroporación generado en los mismos con esta tecnología de calentamiento óhmico. Los resultados sugieren que el CO es una tecnología que se puede utilizar en leches saborizadas con alto contenido proteico, siendo recomendable una intensidad de campo eléctrico de 6,96 V/cm. Sin embargo, se necesitan más estudios para evaluar el efecto de CO en productos lácteos ricos en proteínas, principalmente mediante el estudio de otros parámetros de procesamiento de calentamiento óhmico (Rocha et al., 2022).

Objetivo general:

Evaluar la calidad microbiológica de leche entera y descremada por efecto de calentamiento óhmico generado por un prototipo diseñado y construido en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, frente al tratamiento convencional.

Objetivos específicos:

Evaluar el efecto del calentamiento óhmico en la inocuidad microbiológica de leche entera y descremada, frente al tratamiento convencional.

Evaluar el efecto del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas, físicas (colorimetría) y sensoriales de leche entera y descremada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Calentamiento óhmico

Adame (2019) indica que el calentamiento óhmico se genera cuando una corriente eléctrica pasa mediante un producto, produciendo el ascenso de la temperatura interna cuando pasa de corriente eléctrica. Es veloz y posee mayor técnica de inteligencia que otros, por este motivo se arregla singularmente favorable. Normalmente hay estudios del calentamiento óhmico que se encuentran como: pasteurización, transformación, etc. Los méritos proveen que el calentamiento mantiene un sitio interno del alimento y a diferencia que sucede en calentamiento tradicional, no se hallan espacios calurosos de unión. El calentamiento óhmico es apropiado para el procesamiento de alimentos ricos en partículas y proteínas.

2.1.1 Ventajas del Calentamiento óhmico

Hernández (2019) revela que las ventajas son las siguientes:

- Calentamiento rápido y uniforme del líquido con índices de calentamiento rápidos.
- No hay límite superior de temperatura; porque la temperatura del calentamiento óhmico es mayor a la temperatura del proceso convencional; la eficiencia energética, se desarrollan en un 90%
- Tratamiento rápido.
- Mayor capacidad de penetración que un microondas.
- Se evita sobrecalentamientos y posee un bajo consumo energético.
- Reducción de microorganismos en los procesos térmicos.
- Se logro diseñar los calentamientos continuos.
- Tiene beneficios potenciales para los pequeños agricultores y las industrias lácteas.
- Bajo costo de mantenimiento debido a la falta de partes móviles.
- Los productos alimenticios con partículas y los líquidos con mezclas de partículas se pueden calentar bien.
- Un apagado inmediato del dispositivo.
- Alta eficacia de conversión de energía (Jan & Shams, 2021b).

Desventajas del calentamiento óhmico

- Problemas de corrosión de los electrodos.
- Costes tecnológicos iniciales elevados.
- Deficiente en información generalizada.
- Ajuste solicitado la conductividad de los productos lácteos.
- Banda de frecuencia estrecha.
- Complejo de controlar y monitorear.

2.1.2 Factores que afectan el calentamiento óhmico

Bravo (2015) manifiesta que los factores son los siguientes:

- Viscosidad: esta operación nos indica el ingreso de fluidos nos muestran procesos por CO más veloz que la viscosidad menor.
- Densidad y capacidad térmica específica de alimento.

2.1.3 Estudio de calentamiento óhmico en bebidas

Macias & Mora (2017) mencionan que actualmente para el procesamiento de alimentos lo aplican con el calentamiento óhmico en líquidos y están dando buenos resultados, admite que se trabajó en valor agregado y mejorar la calidad e inocuidad son la prioridad para los consumidores; estos son encontrados:

Productos troceados, Esterilización de sopas, verduras y pure, Calentamiento de productos líquidos, Pasteurización de productos lácteos.

2.1.4 Electroporación

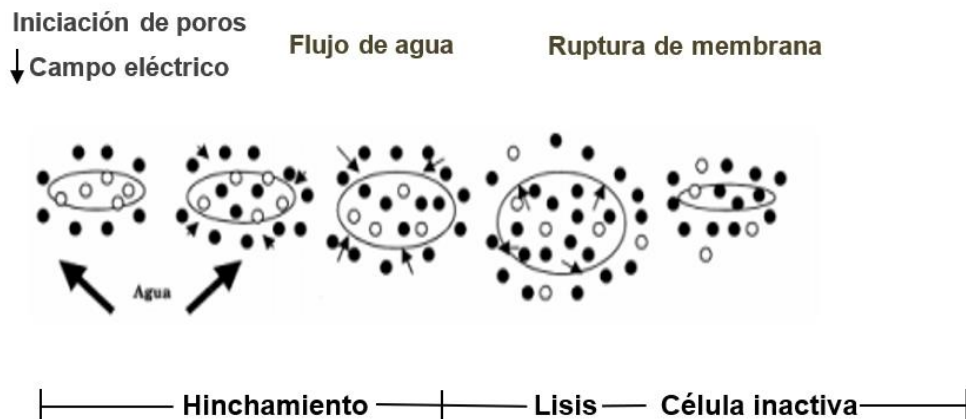


Figura 1. Campo eléctrico de una membrana celular. Fuente: Macias & Mora (2017).

Macias & Mora (2017) mencionan que el plasma de las membranas celulares es esponjoso en pequeñas moléculas, luego es determinado a un campo eléctrico que causa inflación y sucede una casual ruptura de la membrana celular. La electroporación es un fenómeno que altera la composición de la membrana celular, cuando es sometido al sistema eléctrico de alto voltaje. Con este se logra reducir la carga microbiana.

2.1.5 Conductividad

Macias & Mora (2017) mencionan que la conductividad eléctrica significa medir el rendimiento del producto para dejar circular libremente la corriente eléctrica. Y estos medios líquidos podemos encontrar en relación con la apariencia de sales en solución, esta disociación produce iones positivos y negativos que trasmite energía eléctrica que muestra al líquido a un campo eléctrico; entonces a estos conductores lo llamamos conductores electrolíticos.

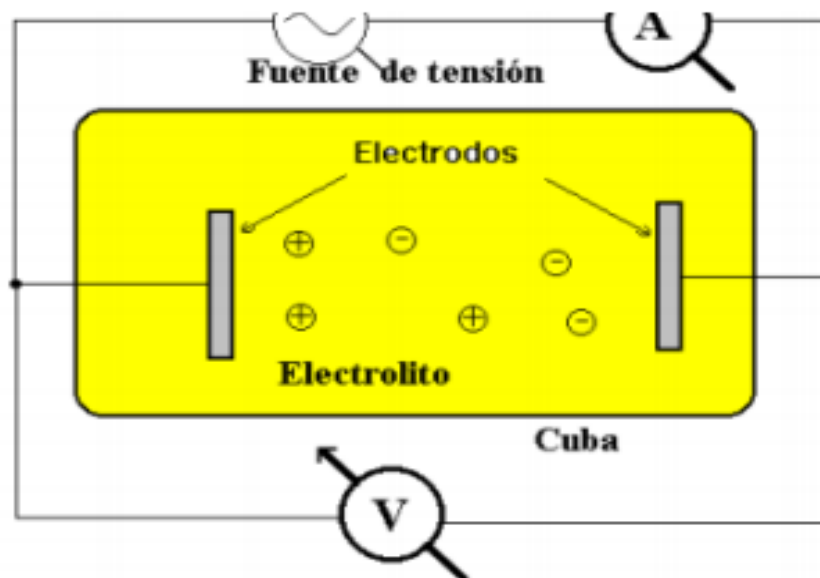


Figura 2. Contenido de electrolito. Fuente: Macias & Mora (2017).

2.1.6 Conductividad eléctrica del calentamiento óhmico

La conductividad eléctrica es la característica más importante que inclinó el proceso de calentamiento óhmico. La conductividad eléctrica aumenta linealmente con la conductividad de los alimentos sólidos y líquidos, que se ven afectados por la temperatura, el voltaje y la concentración del alimento. En general, la energía eléctrica se transfiere a diferentes partes del alimento mediante calentamiento óhmico (Alkanan et al., 2021).

2.1.7 Diseño automatizado de calentamiento óhmico

Este diseño es para explorar nuevas tecnologías térmicas para mejorar la calidad; la figura a es un calentador óhmico de nuevo diseño, el Modelo Emmipiemmi, abordó y mejoró estas deficiencias potenciales. La bomba de pistón Emmepiemme, el calentador óhmico y la llenadora aséptica son los elementos principales que proporcionan un calentamiento y envasado continuo confiable y versátil. Ofrece una serie de diseños innovadores patentados: el suministro de tensión, asegurado por módulos de “conmutación” con potencia unitaria de hasta 60 Kw; la posibilidad de cambiar el voltaje para adaptarse a las diferentes conductividades del producto, el aplicador, que consta de una serie de tubos aislados y electrodos anulares; la sección de paso del producto, completamente libre de incrustaciones y con un diámetro uniforme hasta 100mm; y más (Yang, 2020).

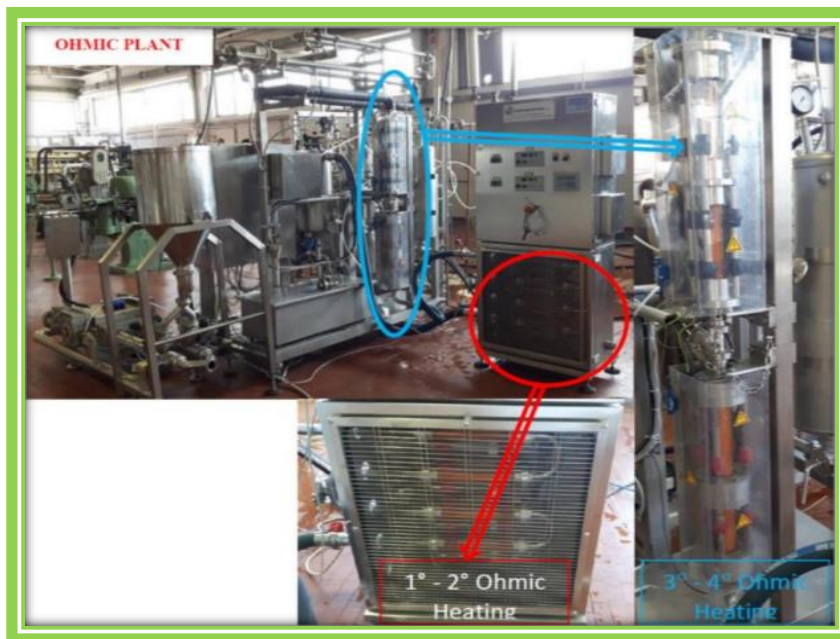


Figura 3. Planta piloto de calentamiento óhmico en Italia.

2.2 Leche

2.2.1 Definición

Rojas et al. (2006) mencionan que la leche es conocido en el mundo por su popularidad; por sus derivados de los lácteos. Su contenido de vitamina B12 es mayor que leche de cabra. El producto elaborado con las dos leches contiene mayores valores nutricionales, es una opción competitiva para micro y pequeñas empresas que desean innovar sus productos.



Figura 4. Composición de fresca. Fuente: Wikipedia (2022).

2.2.2 Variedades de la leche

Guerrero & Rodríguez (2010) mencionan que las variedades de la leche son:

- Leche fluida (entera): Es la leche enfriada y mantenida a 5°C, se trabaja con temperaturas altas por segundos, así obtener productos inocuos.
- Leche en polvo: Se procesa a altas presiones en cámaras calientes que la deshidratan. Se conoce como la atomización, que se forma como polvillo del equipo, que se deshidratan al mínimo.
- Leche condensada: Esta leche es utilizada en repostería que contiene 7% de grasa.
- Leche semidescremada: Es cuando se separa la mitad de grasa a leche entera.
- Leche descremada: Es cuando se le quita la grasa.
- Leche enriquecida: Es cuando se enriquece con varios insumos naturales como vitamina y proteínas.
- Leche adulterada: Esta leche contiene sustancias tóxicas que afecta la salud de las personas.
- Leche pasteurizada: Esta leche es tratado con la temperatura y tiempo óptimo para reducir la carga microbiana, sin alterar sus características fisicoquímicas y organolépticas.
- Leche evaporada: Este proceso de la leche es reconocido por la evaporación del agua, hasta dejarla en 74%.

2.2.3 Beneficios de la leche

Villón (2018), menciona que la leche aumenta el ácido úrico en la sangre, controla enfermedades renales y previene problemas de los huesos.

La lactosa puede contribuir a la asimilación de calcio y magnesio, así como contribuir al desarrollo de microorganismos beneficiosos para la salud.

La leche contiene ácidos grasos, más de la mitad están compuestos por ácido oleico.

2.2.4 Composición nutricional de la leche

La composición nutricional son los siguientes:

Tabla 1. Composición de la leche por 100 gramos

Componente	Valor promedio
Energía (Kcal)	61
Agua (g)	88
Proteína (g)	3,4
Grasa (g)	3,7
Lactosa (g)	4,8
Ceniza (g)	0,7

Fuente: Cuentas et al. (2018).

2.2.5 Características físico químicas de la leche

- **Densidad**

Aguilar (2020) indica que la densidad se muestra entre 1,027 a 1,034 g/mL, cuando el lactodensímetro indica 1,022 a 1,025 g/mL nos muestra que se agregó agua y si indica 1,037-1,040 g/mL muestra adulteración en el producto.

- **pH de la leche**

Aguilar (2020) menciona que el pH es de 6,0 porque contiene proteínas. Cuando está en lactancia establece diferente pH y nos indica datos mayores a 7,4 en leche.

- **Acidez de la leche**

Jiménez & Rojas (2015) mencionan que la acidez de la leche es de 0,15 a 0,16 % de ácido láctico.

- **Sólidos totales**

Aguilar (2020) indica que los sólidos totales de la leche es 8,4 y 9,2; por debajo de 8,4 nos indica que se agregó agua, mayor de 9,2 refleja que es de otra raza o esta adulterada con harina o almidón.

2.2.6 Características físico químicas de la leche pasteurizada

Tabla 2. Características físico químicas de la leche pasteurizada entera.

Requisitos	Unidad	Entera min. máx.		Descremada min. máx.		método de ensayo
Densidad Relativa a 15°C a 20°C	-	1,029	1,033	1,031	1,036	NTE INEN 11
		1,028	1,032	1,030	1,035	
Acidez titulable, expresada	% (fracción de masa)	0,13	0,18	0,13	0,18	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,30	..	8,30	..	NTE INEN 16

Fuente: Falconi (2018).

2.2.7 Características colorimétricas de la leche

Jiménez Sobrino (2020) menciona que existe pocos estudios sobre los valores de color de leche; que fueron analizados en leche de vaca que dan como resultado según CIELAB $L = 81,57$; $a^* = -3,79$; $b^* = 8,09$. Los rangos de colorimetría se encuentran entre: $L^* = 81,40$ a $81,57$; $a^* = -4,25$ a $-3,79$; $b^* = 7,48$ a $10,03$.

Milovanovic et al. (2021) mencionan la medición del color se considera como una ciencia moderna; CIELAB L^* , a^* y b^* son utilizados para evaluación de información colorimétricos. Los que corresponden a L^* , a^* y b^* son transformados en diferentes valores de color (ΔE) usando la siguiente ecuación:

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0.5}$$

$$(Y = 88,6; x = 0,3175 \text{ e } y = 0,3350).$$

2.2.8 Características organolépticas

- **Color**

Olortegui & Santos (2019) indican que leche fresca tiene color de la nieve, amarillento y opaco, color característico a la leche. Con los glóbulos grasos se observa de color blanquecino.

- **Olor**

Olortegui & Santos (2019) mencionan que la leche tiene un olor similar, que cuando se manipula desaparece y se impregna el olor de los materiales que se utiliza.

- **Sabor**

Olortegui & Santos (2019) mencionan que a la leche se siente un sabor dulce apropiado porque contiene lactosa; los elementos necesarios se sienten en el sabor cuando prueban nuestros consumidores.

2.2.9 Leche descremada

- **Generalidades de la leche descremada**

Ríos & Villanueva (2018) mencionan que la leche descremada es cuando se elimina la grasa; pero conserva las proteínas, calcio y otros nutrientes. Su sabor y consistencia parece más aclarado, aunque contiene la misma cantidad de leche entera. Esta leche contiene menor porcentaje de grasa, especialmente para personas que tiene colesterol.

Tabla 3. Características fisicoquímicas de la leche descremada.

Característica	Cantidad
Densidad g/MI	1,035
Ph	6,5
Acidez titulable, ácido láctico/100g	0,18

Fuente: Estacio & Muñoz (2017).

2.3 Microbiología de la leche

Los atributos microbiológicos en calentamiento óhmico son de naturaleza térmica; investigaciones nuevos mencionan que el calentamiento óhmico puede

presentar daño celular no térmico leve oportuno a la presencia del campo eléctrico (Knirsch et al., 2010).

Ccopa (2009) menciona que es un producto nutritivo la leche, que favorece la multiplicación de microorganismos, es un alimento de origen animal con varias metodologías de producción que se pueden contaminar con gran diversidad de microorganismos. La identificación de bacterias al inicio puede variar de 1×10^{-6} ml de leche. Los microorganismos se contaminan con esta propagación (interno, externo de teta y materiales de uso). Los datos siguientes $> 1 \times 10^{-5}$, nos indican las faltas graves en la producción higiénica, pero con un recuento $< 1 \times 10^{-4}$ nos indican que se encuentran en buenas condiciones higiénicas.

2.3.1 Microorganismos asociados a la leche

Ccopa (2009) menciona que los microorganismos asociados a leche son los siguientes:

- **Coliformes:** Son bacterias Gram negativas, que crecen a 37°C en 24 – 48 horas produce ácido y gas. A los coliformes podemos encontrar en el tracto intestinal de la vaca que contamina a los productos.
- **Bacterias aerobias mesófilos:** Las bacterias aerobias mesófilos nos indican el principio de la contaminación de la leche y se encuentran diferentes microorganismos que aumenta el número de bacterias.

Tabla 4. Microorganismos en leche fresca

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	C	Limite por mL	
					M	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	5×10^5	10^6

Fuente: RM N° 615-2003 SA/DM (2003).

Tabla 5. Microorganismos en leche pasteurizada

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos UFC/MI	3	3	5	1	2×10^4	5×10^4
Coliformes UFC/MI	5	3	5	2	1	10

Fuente: DS N° 007-2017-MINAGRI (2017).

Tabla 6. Leche UHT (entera, semidescremada, descremada)

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	C	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	10	2	5	0	10 ²	---

Fuente: RM N° 615-2003 SA/DM (2003).

Tabla 7. Pruebas microbiológicas en leche pasteurizada

Nombre	Muestra	Microorganismos aerobios mesófilos viables UFC/mL	Coliformes totales NMP/100mL
Leche pasteurizada	1	23 x 10 ²	>3
	2	3,7 x 10 ²	>3
	3	21 x 10 ²	>3

Fuente: Guzmán et al. (2015).

2.4 Investigaciones sobre calentamiento óhmico

Balthazar et al. (2022) mencionan en su publicación “Pasteurización convencional y por calentamiento óhmico de leche de oveja fresca y descongelada: consumo de energía y evaluación del microbiota bacteriano en el transcurso de depósito refrigerado”. La finalidad es valorar el consumo de energía del calentamiento óhmico (CO) y su impacto en el microbiota bacteriano a lo largo de la vida útil refrigerada (4 °C ± 1 - 15 días). La pasteurización con CO con una intensidad de campo eléctrico de 8,33 y 5,83 V/cm gastó entre un 72 y un 73 %. El enfoque dependiente del cultivo se logró al menos 4,2 reducciones del ciclo logarítmico en la leche de oveja sometida a pasteurización con CH y CO, independientemente de que la leche de oveja fuera fresca o descongelada. La abundancia relativa de todos los géneros bacterianos evaluados se mantuvo similar en muestras pasteurizadas por CH y CO durante el almacenamiento refrigerado.

Shao et al. (2021) indican en su artículo “Inactivación y recuperación de *Staphylococcus aureus* en leche, jugo de manzana y caldo tratado con calentamiento óhmico”. El objetivo fue la efectividad de inactivación comparable en *S. aureus* con el tratamiento de calentamiento por baño maría, mientras que el tiempo consumido por CO fue mucho más corto que por baño maría. La tasa de lesiones más alta de *S. aureus* en el jugo de manzana fue menor que *S. aureus* en la leche o el caldo. Mientras tanto, los valores del coeficiente de células lesionadas promedio en el tiempo de *S. aureus* tratado con CO en leche y caldo fueron más

bajos que los tratamientos con baño maría. Los valores de color y pH de las muestras tratadas con CO no tuvieron diferencias significativas con el grupo. El *S. aureus* lesionado se reparó por completo después de 12 horas en leche y caldo, mientras que todavía no se detectó colonia en jugo de manzana hasta las 48 horas.

Suebsiri et al. (2019) mencionan en su artículo “La aplicación del calentamiento óhmico en la pasteurización de leche sin lactosa en comparación con el calentamiento convencional, la contaminación por metales y los productos helados”. El objetivo fue investigar la contaminación por metales y el ensuciamiento que ocurre al aplicar electrodos de titanio y acero inoxidable para la pasteurización de leche normal; comparar las propiedades de helados elaborados a partir de leches pasteurizadas normales y sin lactosa. Se produjo menos suciedad en los electrodos de titanio que en los electrodos de acero inoxidable. La leche normal pasteurizada por el método óhmico aplicando electrodos de acero inoxidable contenía un nivel bastante alto de hierro y cromo, mientras que la leche pasteurizada por el método convencional y el método óhmico usando electrodos de titanio contenía un nivel seguro de cromo y nada de hierro. La tasa de fusión del helado sin lactosa fue mayor que la del helado normal, mientras que la dureza del helado normal fue mayor.

Stancl & Zitny (2010) mencionan en el estudio “Ensuciamiento de la leche con calentamiento óhmico directo” el objetivo fue analizar la influencia del material (acero inoxidable, electrodos de estaño y grafito), caudal, densidad de corriente eléctrica y temperatura de 65 - 75 °C, se observó el ensuciamiento de leche descremada. En los resultados se demuestra que los electrodos de acero inoxidable son los peores mientras los de grafito son los mejores. En conclusión, el sobrecalentamiento desnatura las proteínas en leche y la formación de otros agregados, que se adhieren a los electrodos esto sucede que la potencia desaparece.

Shivaji et al. (2021) mencionan en el artículo “Efecto del calentamiento óhmico sobre las características proteicas y el sabor a frijol de la leche de soya” el mercado de alimentos funcionales y nutraceuticos está creciendo al ritmo más rápido en todos los segmentos de alimentos. La leche de soya es un sustituto de la

leche de origen vegetal de alto consumo rico en proteínas, vitaminas, minerales y libre de colesterol. La novedosa tecnología de calentamiento óhmico era potencialmente aplicable para mejorar las características de las proteínas con una reducción del mal sabor a frijol de la leche de soya. El calentamiento óhmico es una tecnología de calentamiento rápida y uniforme. Se investigó el efecto del voltaje de calentamiento óhmico (160V, 180V, 200V) y la temperatura objetivo (70°C, 80°C, 90°C) sobre el rendimiento de extracción, las características de las proteínas y el sabor a frijol. El rendimiento máximo ($83,25 \pm 0,17\%$) de leche de soya se encontró a 200V y 90°C. La cantidad de contenido de proteína ($8,14 \pm 0,08\%$) se encontró a 180V y 80°C. la digestibilidad de la leche de soya aumento con el aumento de temperatura y voltaje y encontró un máximo de $75,55 \pm 0,55\%$ a 200V. El aumento en la solubilidad de la proteína de voltaje disminuyo a $8,03 \pm 0,29\%$. Los hidroperóxidos responsables del sabor a frijol disminuyeron significativamente ($p < 0,05$) con el aumento de la temperatura y encontraron un mínimo de $0,47 \pm 0,02$ meq/kg a 200V y 90°C de temperatura objetivo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y tratamientos aplicados en el desarrollo de la investigación

Para la validación de efectividad para la reducción de carga microbiana del prototipo de calentamiento óhmico, diseñado y construido en la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) se sometió a evaluación con muestras de leche entera y leche descremada, para lo cual se aplicaron 3 tratamientos de cada tipo de leche (Tabla 8) en la cual se incluyeron voltaje (10 voltios) y tiempos (3, 6 y 9 minutos).

Tabla 8. Tratamientos de la investigación de leche entera aplicado por el prototipo de calentamiento óhmico.

Tratamiento	Descripción
T _{0E}	Sin pasteurizar
T _{1E}	10 V / 3 min
T _{2E}	10 V / 6 min
T _{3E}	10 V / 9 min

(T_{0E}, T_{1E}, T_{2E}, T_{3E}): Tratamientos realizados en el trabajo de investigación.

Tabla 9. Tratamientos de la investigación de leche descremada aplicado por el prototipo de calentamiento.

Tratamiento	Descripción
T _{0D}	Sin pasteurizar
T _{1D}	10 V / 3 min
T _{2D}	10 V / 6 min
T _{3D}	10 V / 9 min

(T_{0D}, T_{1D}, T_{2D}, T_{3D}): Tratamientos realizados en el trabajo de investigación.

El trabajo de investigación siguió el siguiente esquema.

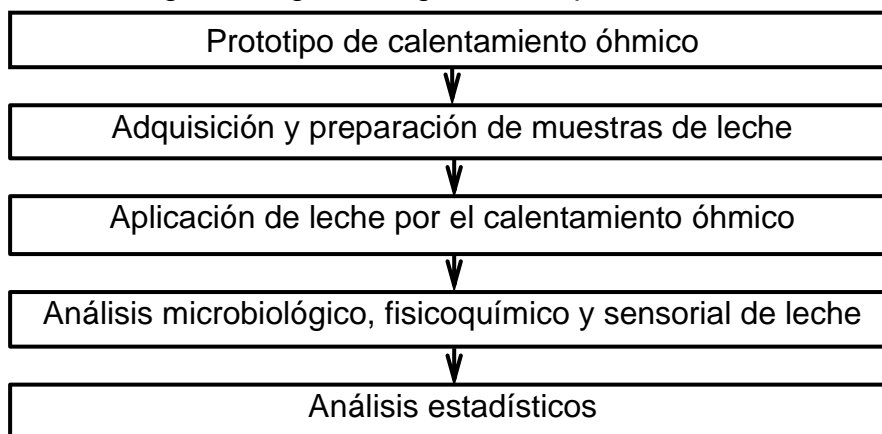


Figura 5. Esquema realizado para el desarrollo de la investigación.

3.1.1 Prototipo de calentamiento óhmico

El prototipo de calentamiento óhmico usado el experimento, fue construido en la Escuela Profesional de Ingeniería A. financiado mediante Fondos Concursables Resolución N° 0125-2018-UNHEVAL-VRI. La información referente al diseño y construcción está reportada en la investigación “Diseño, Construcción y Validación de un prototipo de calentamiento óhmico para pasteurizar bebidas”.

3.1.2 Adquisición y preparación de muestras de leche

Se utilizó leche entera y leche descremada adquirido de la empresa “Linderos Agroecológicos” ubicado en el Jirón 2 de mayo 1286 – 1298 del distrito, provincia y región de Huánuco. Las muestras de leche descremada adquiridas estuvieron en envases de plástico y las muestras de leche entera en bolsas de polietileno, posteriormente fue transportado a los ambientes del laboratorio de Procesos Alimentarios de EPIA, en donde las muestras se procedieron a filtrar utilizando tela organza estéril, culminando la operación de filtrado, las muestras de leche se controlaron a tratamiento de pasteurización utilizando el prototipo de calentamiento óhmico y después fueron envasados en botellas estériles de plástico de 500mL, posteriormente se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos, sensoriales.

3.2 Procesos

3.2.1 Aplicación de calentamiento óhmico en leche

Primeramente, se hizo la limpieza externa del prototipo de calentamiento óhmico utilizando franela, luego se procedió a prender el equipo conjuntamente conectado a la computadora, se hizo pruebas de registro y funcionamiento de los parámetros de trabajo de voltaje (10 voltios) y tiempos (3, 6 y 9 minutos), verificado el funcionamiento, se procedió a desinfectar las partes internas de trabajo que incluyeron las bombas, sistema de tuberías y mangueras, tanque de almacenamiento de muestra, la solución desinfectante utilizado fue dióxido de cloro (aprox. 500 ppm). Culminado las operaciones de desinfección se realizó la aplicación de los tratamientos de leche a los cuales posteriormente se realizaron los análisis microbiológicos.

Entre los parámetros constantes se consideró voltaje y tiempos. Posteriormente a los tratamientos testigos y tratadas se realizaron análisis microbiológico, fisicoquímicos y sensorial.

En la siguiente figura se observa la sucesión de experimentos realizados a las muestras de leche.

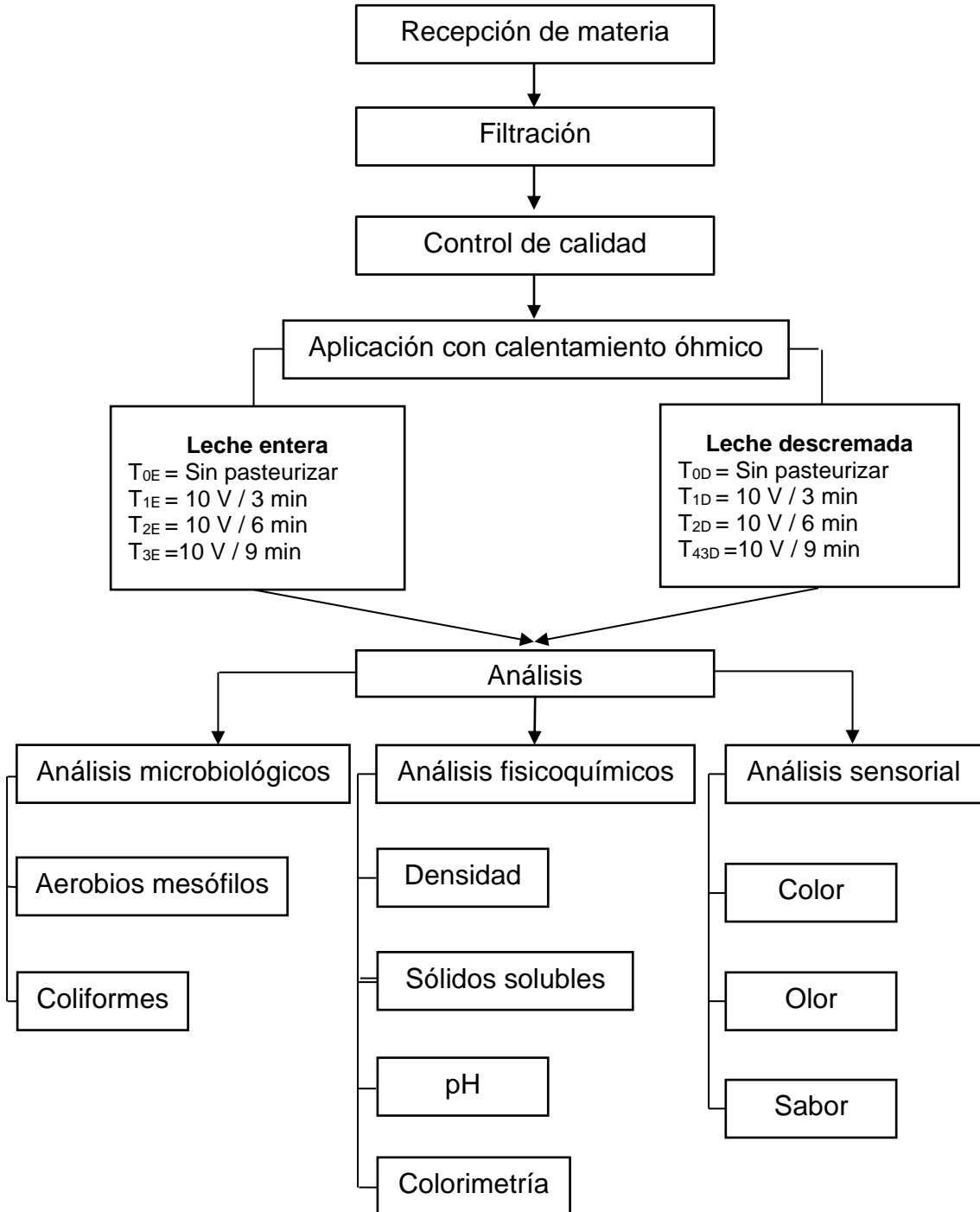


Figura 6. Flujo de experimentos realizados en las muestras de leche, sometidos a voltaje y diferentes tiempos con el prototipo de calentamiento óhmico.

3.3 Productos

Los tratamientos con el prototipo de calentamiento óhmico, se aplicaron a la leche entera luego a la leche descremada, los parámetros utilizados fueron a 10 voltios con tiempos de 3, 6 y 9 minutos, luego de cada tratamiento, las muestras de leche se envasaron en botellas estériles de 500mL (botellas para productos lácteos). Después del proceso se realizaron los análisis microbiológicos (aerobios mesófilos, coliformes); después de terminar todos los análisis microbiológicos se ejecutaron los análisis fisicoquímicos (densidad, acidez titulable, pH, sólidos totales, colorimetría) y finalmente el análisis sensorial (color, olor sabor).

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Evaluación microbiológica de leche (aerobios mesófilos)

Se siguió el método reportado por NOM (1994), para ello se preparó agar PCA (Himedia) 18,8g en - 800mL, luego se llevó a esterilizar en una autoclave (Jp Selecta) por 121 °C por 15 min, luego se enfrió hasta 45°C para realizar la siembra de vaciado en placa; previamente las muestras fueron diluidas en caldo peptonado (Himedia) al 1% se esterilizo todos los materiales anteriormente mencionados.

Se espero que se enfrié a 35°C.

Después con la inocuidad completa se empezó añadir 10mL de leche con la pipeta al matraz Erlenmeyer, se movió varias veces para mezclar bien.

Seguidamente del matraz Erlenmeyer se pipeteo 1mL de dilución a los tubos con 9mL de peptona; así se realizó todas las diluciones sucesivas.

Después de culminar las diluciones sucesivas; se realizó la siembra profunda que consiste en que la primera dilución se pipeta 1mL y se añade a las placas Petri debidamente rotulados; se trasvasa 15mL de PCA, moverlos para derecha e izquierda lentamente.

Esperar la coagulación del medio para ponerlos film para que no suceda la contaminación, ponerlos invertida las placas en la estufa a 35°C/ 24 horas. Luego de 24 h contar las colonias de microorganismos.

3.4.2 Evaluación de coliformes por NMP

Se realizó mediante el método reportado por NOM (2015), previamente se debe realizar una revisión de los materiales a utilizar.

Se preparo caldo peptonado 90mL en matraz Erlenmeyer y 9mL en tubo de ensayo. Todos los materiales y medios de cultivo se esterilizo en autoclave a 121 °C por 15 min.

Dilución de muestras. En 90mL de caldo peptona al 1% se diluyó 10 ml de muestra de leche luego se realizó diluciones sucesivas de 10^{-1} hasta 10^{-5} , de cada dilución se tomó 1mL y se sembró en caldo lauril.

Prueba presuntiva: Esta prueba consiste en preparar el caldo lauril según las especificaciones del frasco, se pipetea 10mL de caldo en tubos con tapa rosca, se añade tubos Durand; en los tratamientos se utilizó 9 tubos de ensayo. Luego se sembró 1mL de muestra de las diferentes diluciones, se llevó a incubación a 37°C/24 horas.

Prueba confirmativa: Se preparo el medio verde Brilliant Green Bile Broth según las especificaciones del frasco, se pipeteo 10mL de medio en los tubos de ensayo con sus tubos Durand, observar que no contenga burbujas y taparlos bien. Se esterilizó, se enfrió y de los tubos positivos de la prueba presuntiva (tubos que presentaron variación en el color del caldo y burbujas) se tomó un pequeño volumen tipo gota y se sembró en los tubos que contienen caldo verde brillante, se llevó a incubación por 37°C/24 horas. La presencia de gas y turbidez es indicar de positivo. De los tubos positivos tomar un asa estéril y hacer la siembra en estría en agar EMB (Eosina Azul de Metileno), llevar a incubación a 37°C/24 horas. El desarrollo de colonias color metálico (plateados) indica la presencia de *Coliformes*.

3.4.3 Evaluación fisicoquímica de leche

La evaluación fisicoquímica de leche entera y descremada por el calentamiento óhmico se determinó con los siguientes procedimientos:

3.4.3.1 Determinación de densidad

En este análisis se midió la leche en la probeta de 500mL y se utilizó el lactodensímetro graduado adecuadamente para medir la densidad (NTP 202.008:1998 (revisada el 2020), 2020)

3.4.3.2 Determinación de sólidos totales

En esta evaluación se midió 1 mL de muestra (leche) y se utilizó el brixómetro (MA871 Refractometer) los resultados en °Brix AOAC 93,12 (AOAC, 2005).

3.4.3.3 Determinación de pH

Para medir el pH se trasvasó 20 mL de leche en vaso y se realizó la medición con el pH – metro (Metrohm, 826 pH mobile, rango) AOAC 981,12 (AOAC, 2005).

3.4.3.4 Determinación de acidez

AOAC 942,15 AOAC (2005), menciona que para medir la acidez de leche se transvasa 10 mL de leche en vaso precipitado se adicionó de 3 a 5 gotas de fenolftaleína y se procedió a titular con la solución estandarizada de hidróxido de sodio (0,1N), se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{G \times N \times \text{Meq} \times 100}{mL}$$

Donde:

G: Gasto del NaOH

N: Normalidad al 0,1

Meq: Factor de ácido láctico 0,090

mL: mililitros de muestra

3.4.4 Medición de color

Se usó el colorímetro CHROMA METER. CR – 400 KONICA MINOLTA. Las muestras de leche se colocaron en una celda. Posteriormente se procedió a tomar las lecturas, todas las muestras se registraron por triplicado (Tesillo, 2022)

3.4.5 Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial de leche aplicados con el prototipo de calentamiento óhmico se evaluó la aceptación de los panelistas.

Se realizó el análisis sensorial (color, olor y sabor) se comparó con los tratamientos T_{0E} leche entera sin pasteurizar y T_{0D} leche descremada sin pasteurizar. Se realizó la encuesta a 21 panelistas semi entrenados de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán en el laboratorio de análisis sensorial en horas de la tarde (Inti et al., 2010).

Tabla 10. Escala hedónica para las características organolépticas.

Categoría	Puntaje
5	Muy buena
4	Buena
3	Regular
2	Malo
1	Muy malo

Fuente: Inti et al., (2010).

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

La investigación desarrollada, comprende un nivel experimental y tipo aplicada, ello conlleva al uso de diferentes diseños experimentales.

Esta investigación experimental se realizó con 3 repeticiones con un voltaje (10 voltios) y tres tiempos (3, 6 y 9 minutos) a las muestras de leche entera y descremada más un tratamiento testigo: leche sin pasteurizar. Los resultados de los análisis microbiológicos (aerobios mesófilos, coliformes) y fisicoquímicos (densidad, sólidos solubles, pH, acidez) se procesaron utilizando la prueba de Tukey; en el análisis sensorial (color, olor y sabor) se usó la prueba de Friedman.

El diseño estadístico utilizado para los análisis microbiológicos y fisicoquímicos fue el Diseño Completo al Azar (DCA), en la siguiente ecuación se reporta las variables utilizadas:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde: $\alpha = 5\%$

Y_{ij} = Contenido de la carga microbiana (UFC/mL, NMP), características fisicoquímicas ($^{\circ}$ Brix, pH, Sólidos solubles, densidad, color).

μ = media general.

T_i = Es el efecto del tiempo (minutos).

E_{ij} = término de error experimental en el i -ésimo tratamiento.

3.5.1 Para las características sensoriales

Para esta prueba se usó prueba no paramétrica (Friedman) con nivel de significancia = 5% que corresponde a los tratamientos aplicados con calentamiento óhmico (Watts et al., 1992).

3.5.2 Análisis de datos.

Los datos obtenidos proporcionaron como promedio y desviación estándar (\pm SD, n=3), y el Análisis de Varianza de los diseños estadísticos se procesaron utilizando el software Infostat Versión: 2020.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto del calentamiento óhmico en la inocuidad microbiológica de leche entera y descremada.

Tabla 11. Resultados del efecto de calentamiento óhmico en la reducción de carga microbiana en leche entera y descremada sometidos a 10 voltios.

Contenido de microorganismos	Tratamientos	Leche entera	Tratamientos	Leche descremada
Contenido de bacterias aerobios mesófilos en leche (Log UFC/mL)	T _{0E}	3,26 ± 1,96 ^a	T _{0D}	5,83 ± 0,04 ^a
	T _{1E}	4,98 ± 0,12 ^a	T _{1D}	3,2 ± 1,93 ^b
	T _{2E}	3,48 ± 2,26 ^a	T _{2D}	4,1 ± 0,17 ^{ab}
	T _{3E}	4,36 ± 0,10 ^a	T _{3D}	4,1 ± 0,17 ^{ab}
Coliformes Número Más Probable MPN/mL	T _{0E}	>1100	T _{0D}	>1100
	T _{1E}	>1100	T _{1D}	>1100
	T _{2E}	>1100	T _{2D}	>1100
	T _{3E}	>1100	T _{3D}	>1100

T_{0E} : Leche entera sin pasteurizar ; T_{1E} : 10 V / 3 min ; T_{2E} : 10 V / 6 min ; T_{3E} : 10 V / 9 min y T_{0D} : Leche descremada sin pasteurizar ; T_{1D} : 10 V / 3 min ; T_{2D} : 10 V / 6 min ; T_{3D} : 10 V / 9 min. Letras iguales en los superíndices indican que no hay diferencia estadística.

Se observa en la tabla 11 los tratamientos para la eliminación de bacterias aerobios mesófilos viables y coliformes (Número Más Probable); en caso de bacterias no hubo diferencia entre los tratamientos, lo mismo ocurre con coliformes (Número Más Probable); no ejerció efecto en la reducción de coliformes ($p > 0,05$) sin embargo, se observa (Figura 7 y 8); la poca efectividad del calentamiento óhmico para la reducción microbiana podría ser atribuido a que en la leche los componentes como la grasa, funcionarían como aislante del paso de corriente, reduciendo así el efecto inhibitor en los microorganismos (Kerry, 2011); Kim & Kang, (2015), también mencionan que el calentamiento óhmico cambia la estructura de leche con la desnaturalización de caseína; también ocurre la reacción de Maillard (Hiroshi et al., 2020), un comportamiento similar se observó en la leche descremada, en la cual no hubo efecto reductor de microorganismos.

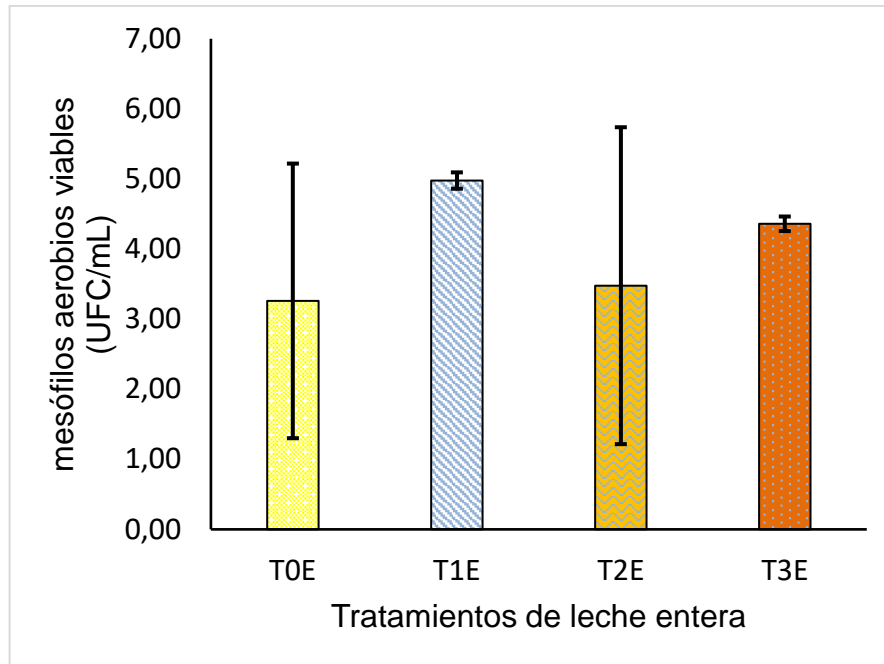


Figura 7. Contenido de microorganismos mesófilos aerobios viables sometidos a tratamientos de prototipo de calentamiento óhmico en leche entera a 10 voltios; T0E: Leche sin pasteurizar; T1E: 10V/3min; T2E: 10V/6min; T3E: 10V/9min.

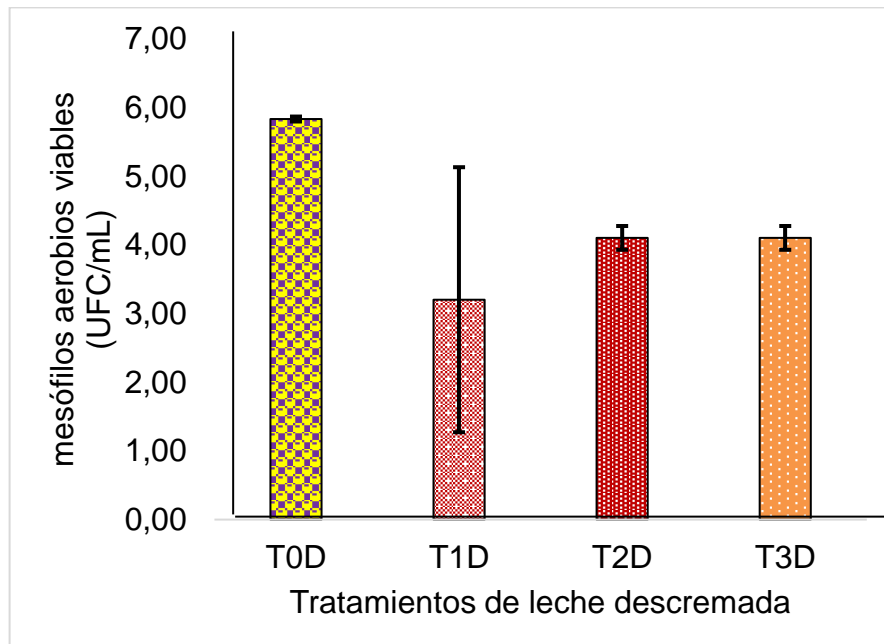


Figura 8. Contenido de microorganismos mesófilos aerobios viables sometidos a tratamientos de prototipo de calentamiento óhmico en leche descremada a 10 voltios; T0D: Leche sin pasteurizar; T1D: 10V/3min; T2D: 10V/6min; T3D: 10V/9min.

4.1.1 Comparación de tratamientos de leche entera y descremada

Tabla 12. Comparación de tratamientos de leche entera y descremada tratada por calentamiento óhmico y por método convencional.

Contenido de microorganismos	Tratamientos	Leche entera	Tratamientos	Leche descremada
Contenido de bacterias aerobias mesófilos en leche (Log UFC/mL)	T _{0E}	3,26 ± 1,96 ^a	T _{0D}	5,83 ± 0,04 ^a
	LP	1	LP	1
	T _{1E}	4,98 ± 0,12 ^a	T _{1D}	3,2 ± 1,93 ^b
	T _{2E}	3,48 ± 2,26 ^a	T _{2D}	4,1 ± 0,17 ^{ab}
	T _{3E}	4,36 ± 0,10 ^a	T _{3D}	4,1 ± 0,17 ^{ab}
Coliformes Número Más Probable MPN/mL	T _{0E}	>1100	T _{0D}	>1100
	LP	<3,0	LP	<3,0
	T _{1E}	>1100	T _{1D}	>1100
	T _{2E}	>1100	T _{2D}	>1100
	T _{3E}	>1100	T _{3D}	>1100

T_{0E}: Leche entera sin pasteurizar; LP: Leche pasteurizada (72°C / 15 seg); T_{1E}: 10 V / 3 min; T_{2E}: 10 V / 6 min; T_{3E}: 10 V / 9 min y T_{0D}: Leche descremada sin pasteurizar; T_{1D}: 10 V / 3 min; T_{2D}: 10 V / 6 min; T_{3D}: 10 V / 9 min. Letras iguales en los superíndices indican que no hay diferencia estadística.

Se observa que en la tabla 12 los tratamientos para la eliminación de bacterias aerobias mesófilos viables y coliformes (Número Más Probable); no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) sin embargo, el tratamiento LP, sometido a pasteurización convencional (calor) si mostró diferencia significativa con respecto al calentamiento óhmico (tabla 12). Según Balthazar et al. (2022), investigo el efecto del calentamiento óhmico (160 V, 180V 200V) y con temperatura (70°C, 80°C, 90°C); mientras que el diseño de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial fue con 10 voltios y tiempos (3, 6 y 9 minutos).

4.2 Efecto del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas de leche entera y descremada.

La tabla 13, se observa los resultados de los análisis fisicoquímicos como la densidad, sólidos totales, pH, acidez de leche entera y descremada aplicados con el calentamiento óhmico.

Tabla 13. Resultados de la evaluación fisicoquímica realizados en la leche entera y descremada aplicados con el calentamiento óhmico.

Muestras de leche				
Tratamientos	Análisis Fisicoquímicos	Leche entera	Tratamientos	Leche descremada
T _{0E}	Densidad	1,026 ± 0,001 ^a	T _{0D}	1,030 ± 0,001 ^{ab}
T _{1E}		1,027 ± 0,001 ^a	T _{1D}	1,031 ± 0,001 ^a
T _{2E}		1,027 ± 0,001 ^a	T _{2D}	1,031 ± 0,001 ^a
T _{3E}		1,027 ± 0,001 ^a	T _{3D}	1,028 ± 0,002 ^b
T _{0E}	Solidos solubles	7,47 ± 0,47 ^a	T _{0D}	8,83 ± 0,06 ^a
T _{1E}		8,10 ± 0,30 ^a	T _{1D}	8,57 ± 0,15 ^b
T _{2E}		8,10 ± 0,30 ^a	T _{2D}	8,6 ± 0,10 ^{ab}
T _{3E}		7,87 ± 0,06 ^a	T _{3D}	8,53 ± 0,06 ^b
T _{0E}	Ph	6,7 ± 0,02 ^d	T _{0D}	6,74 ± 0,006 ^d
T _{1E}		7,05 ± 0,03 ^c	T _{1D}	6,81 ± 0,006 ^c
T _{2E}		7,17 ± 0,01 ^b	T _{2D}	6,91 ± 0,006 ^b
T _{3E}		7,32 ± 0,01 ^a	T _{3D}	7,02 ± 0,006 ^a
T _{0E}	Acidez	0,14 ± 0,007 ^a	T _{0D}	0,15 ± 0,005 ^a
T _{1E}		0,09 ± 0,005 ^b	T _{1D}	0,13 ± 0,003 ^{ab}
T _{2E}		0,08 ± 0,009 ^{bc}	T _{2D}	0,12 ± 0,002 ^b
T _{3E}		0,06 ± 0,004 ^c	T _{3D}	0,11 ± 0,003 ^c

T_{0E}: Leche entera sin pasteurizar, T_{1E}: 10 V / 3 min, T_{2E}: 10 V / 6 min, T_{3E}: 10 V / 9 min y T_{0D}: Leche descremada sin pasteurizar, T_{1D}: 10 V / 3 min, T_{2D}: 10 V / 6 min, T_{3D}: 10 V / 9 min. Cada valor representa el promedio de tres repeticiones de cada indicador ± la desviación estándar. Medias con diferente letra de superíndice en horizontal son significativamente diferentes (p < 0,05).

En la tabla 13, se observan los resultados de los análisis fisicoquímicos; referente a densidad en la leche entera no hubo diferencia significativa (p>0,05) entre muestras, los valores fluctuaron de 1,026 g/mL (T_{0E}) hasta 1,027 g/mL (T_{1E}, T_{2E}, T_{3E}) en leche entera y los valores de leche descremada de 1,028 g/mL (T_{3D}) hasta 1,031 g/mL (T_{0D}, T_{1D}, T_{2D}) en el Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI, (2017), en los artículos 8 y 10, hace referencia a las especificaciones mínimas y máximas que debe de tener la leche cruda (entera) y descremada, siendo que, los tratamientos se encuentran fuera de las especificaciones, en el caso de la leche descremada la muestra (T_{3D}), se encuentra fuera de los parámetros mínimos dispuestos por el Decreto Supremo.

Según Aguilar (2020), reportó que los resultados de densidad en la leche fluctuaron entre 1,027 a 1,034 g/mL, siendo similares a los obtenidos.

En cuanto a sólidos totales, los resultados de leche entera, variaron de 7,47 a 8,10 y de la leche descremada de 8,53 a 8,83, donde hubo diferencia significativa

($p < 0,05$) entre los resultados de las muestras; sin embargo, estos valores están afuera de los requisitos mínimos dispuestos en la NTP 202.001, (2016), que detalla que el valor mínimo debe ser 11,4.

Según Aguilar (2020), menciona que, los valores que se encuentran por debajo de 8, son indicadores de adulteraciones en la leche, ya sea por agua u otro componente, así mismo menciona que, si supera los 9, es por la alimentación del animal, influye la raza del mismo.

Según Aguilar (2020), indica que el pH de leche se encuentra $> 6,0$ a $7,4$ en vacas a finales de lactancia, y que superiores o inferiores a estos valores la leche sufre desnaturalización de la proteína llamada caseína; Estacio & Muñoz, (2017), mencionan que el pH no debe ser inferior a $6,50$; de acuerdo con ello, los valores obtenidos de pH varían entre $6,70$ en T_{0E} a $7,32$ en T_{3E} , tanto en leche entera y leche descremada, estando dentro de los criterios ordenados por el autor.

Referente a los resultados en acidez, la NTP 202.001 (2016), sobre LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS, especifica que los parámetros mínimos y máximos que debe contener la leche cruda, deben estar entre $0,13$ a $0,17\%$, y en cuanto a los resultados alcanzados, en la leche entera, los valores variaron entre $0,06$ al $0,14\%$, siendo T_{0E} la muestra que estaría dentro de los parámetros establecidos; en la leche descremada, los valores van desde $0,11$ a $0,15\%$, y según la NTP 202.086:2007 (revisada el 2018), (2018), establece que la leche descremada esta desde $0,14$ a $0,18\%$, estando dentro de estos parámetros las muestras de T_{0E} .

4.3 Evaluación de color en leche entera y descremada

En la tabla 14 se presenta las características de color de los parámetros de (L^* , a^* , b^* , ΔE^*).

Tabla 14. Resultados de la evaluación de color de leche entera y descremada tratados con calentamiento óhmico.

Muestras de leche									
Tratamientos	Leche entera				Tratamientos	Leche descremada			
	L*	a*	b*	ΔE		L*	a*	b*	ΔE
T _{0E}	77,56±0,78 ^a	-2,83±0,17 ^a	4,52±0,412 ^b	8,82±0,04 ^a	T _{0D}	77,16±0,13 ^b	-4,42±0,19 ^c	-0,11±0,16 ^c	8,79±0,01 ^b
T _{1E}	76,19±2,00 ^a	-2,61±0,23 ^a	2,24±0,091 ^c	8,73±0,11 ^a	T _{1D}	79,12±0,32 ^a	-4,43±0,02 ^c	1,04±0,05 ^a	8,90±0,02 ^a
T _{2E}	76,02±1,40 ^a	-2,39±0,41 ^a	5,68±0,165 ^a	8,73±0,08 ^a	T _{2D}	76,17±0,89 ^{bc}	-3,64±0,02 ^a	0,32±0,16 ^b	8,73±0,05 ^{bc}
T _{3E}	77,68±0,35 ^a	-2,75±0,02 ^a	4,03±0,021 ^b	8,82±0,02 ^a	T _{3D}	75,17±0,03 ^c	-3,89±0,01 ^b	-0,06±0,04 ^c	8,68±0,00 ^c

T_{0E}: Leche entera sin pasteurizar, T_{1E}: 10 V / 3 min, T_{2E}: 10 V / 6 min, T_{3E}: 10 V / 9 min y T_{0D}: Leche descremada sin pasteurizar, T_{1D}: 10 V / 3 min, T_{2D}: 10 V / 6 min, T_{3D}: 10 V / 9 min. Cada valor representa la media de tres repeticiones \pm la desviación estándar. Medias con diferente letra de superíndice en horizontal son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Como se muestra en la tabla 14, en leche entera se observa el color blanquecino opaco, estadísticamente no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) y en la variación de color (ΔE^*) en el tratamiento (T_{3E}), se observa mayor valor en los dos tipos de leche, según Costa et al., (2018) indican en el estudio que la mayor variación de color (ΔE^*) y mayor luminosidad (L*), probablemente se deba al mayor tiempo de calentamiento desde que la muestra estuvo expuesto al calor durante más tiempo debido al bajo intensidad eléctrica aplicada.; según Hiroshi et al., (2020) indican en su artículo sobre la desnaturalización de caseína y la reacción de Maillard en leche entera y descremada, por esta razón la reacción química entre la proteína y los azúcares de leche cambian de color a la leche; Jiménez Sobrino (2020), menciona que el valor de luminosidad en la leche de vaca es 81,57. No se observaron diferencias significativas en el parámetro (L*) en los tratamientos, indicando que la luminosidad es similar en las leches crudas de los diferentes tratamientos.

4.4 Evaluación sensorial en leche entera y descremada

En la tabla 15 se indica la evaluación sensorial de los atributos color, olor y sabor conforme a la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia de 5%.

Tabla 15. Comparación de las características sensoriales de los tratamientos en leche entera y descremada.

Muestras de leche							
Tratamiento	Leche entera			Tratamiento	Leche descremada		
	Color	Olor	Sabor		Color	Olor	Sabor
T _{0E}	2,52±1,05 ^a	2,73±0,81 ^a	2,30±0,86 ^a	T _{0D}	2,50±0,80 ^a	2,55±0,80 ^a	2,23±0,86 ^a
T _{1E}	2,61±0,83 ^a	2,36±1,01 ^a	2,41±0,73 ^a	T _{1D}	2,64±0,96 ^a	2,66±0,80 ^a	2,93±0,87 ^b
T _{2E}	2,50±0,96 ^a	2,41±0,74 ^a	2,73±1,05 ^a	T _{2D}	2,36±0,87 ^a	2,27±0,59 ^a	2,36±0,95 ^{ab}
T _{3E}	2,36±0,61 ^a	2,50±0,67 ^a	2,57±0,94 ^a	T _{3D}	2,50±0,80 ^a	2,52±0,80 ^a	2,48±0,99 ^{ab}

Cada valor rankeado representa los resultados del análisis sensorial de 22 panelistas con la aplicación del prototipo de calentamiento óhmico. Letras iguales significa no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

En la evaluación del atributo de color en leche entera, en los resultados analizados nos muestran que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, todos son iguales; los valores fueron de 2,36 a 2,61 encontrándose en una escala hedónica de “malo” y en la leche descremada no se encontró diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos, teniendo los resultados de 2,36 a 2,64 encontrándose al cualitativo de “malo”.

En cuanto a olor de leche entera, los resultados analizados nos reportan que no hubo diferencia significativa; los tratamientos son iguales, reportando valores de 2,36 a 2,73 que corresponde al calificativo “malo” y en la leche descremada no se halló diferencia significativa estadísticamente, evidenciando con un promedio de 2,27 y 2,66 encontrándose al cualitativo de “malo”.

Mientras en el atributo del sabor de leche entera se evidencia que los tratamientos analizados no presentan diferencia significativa estadísticamente, porque se observa en la tabla que todos los tratamientos son iguales, donde se encontraron valores de 2,30 a 2,73 que pertenece a la escala hedónica de “malo” y en leche descremada los resultados de sabor se aprecia que hay diferencia significativa, también se observaron que el T_{0E} y T_{1E} presenta promedio de 2,23 y 2,93. Según Jafarpour & Hashemi (2022), menciona que el calentamiento óhmico

provoca en los alimentos disminución en la pérdida de cambios sensoriales, menor disminución en características de flavor, menor pérdida nutricional, y menor degradación de compuestos bioactivos, sin embargo los resultados de los panelistas, los análisis sensoriales de leche, obtuvieron el calificativo de “malo” dando a entender que el calentamiento óhmico afectó las características sensoriales en las muestras de leche, comparado con el T_{0E} (muestra sin pasteurizar).

4.5 Diseño, construido y validado del calentamiento óhmico

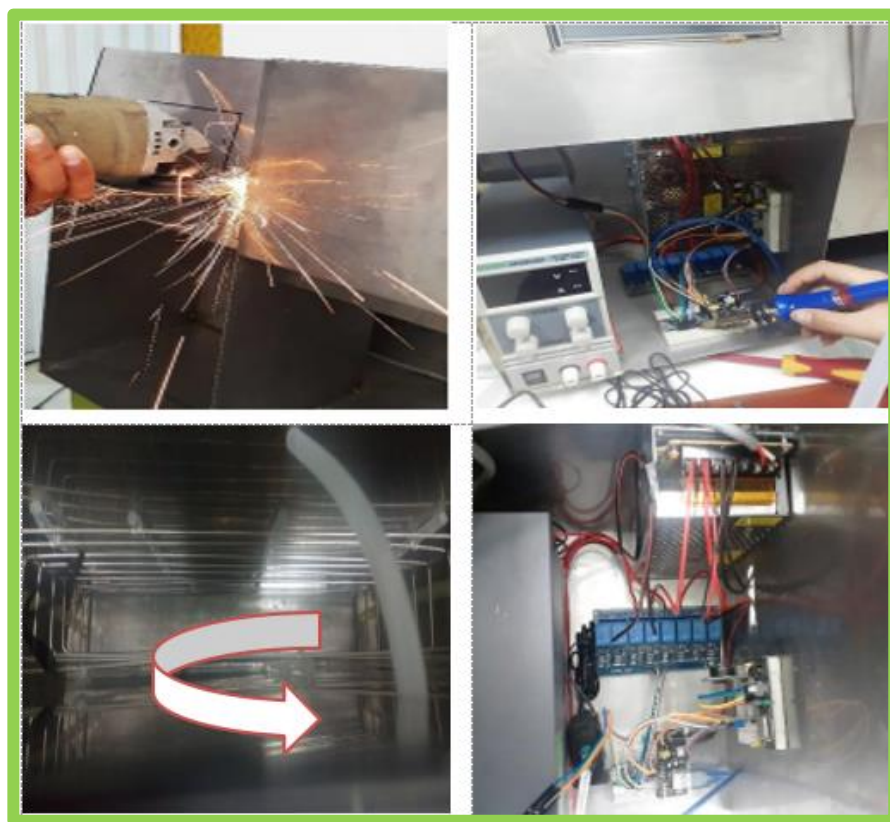


Figura 9. Prototipo diseñado, construido y validado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Este prototipo de calentamiento óhmico fue diseñado y construido y validado en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. El calentamiento óhmico, tecnología emergente utilizada para conservar la calidad y propiedades nutricionales de alimentos, es un proceso térmico en el cual el calor es formado cuando una corriente eléctrica pasa a través del alimento. El calentamiento óhmico aplicado con leche no hubo efecto en la reducción de carga microbiana.

V. CONCLUSIONES

Luego de realizar los experimentos de tratamiento con calentamiento óhmico en leche entera y descremada, se llegó a las siguientes conclusiones:

Según el prototipo de calentamiento óhmico diseñado y construido, para la pasteurización de leches, no tuvo el efecto esperado, debido a que los tratamientos de 10 voltios provocaron que la leche se desnaturalice, mostrando una apariencia desagradable en color y olor, ello estaría en función de que los parámetros de trabajo no son los adecuados tanto en voltaje, amperios y tiempo, asimismo no hubo diferencia significativa en la reducción de la carga microbiana.

En cuanto a las características sensoriales, el calentamiento óhmico provocó un afecto negativo, obtuvo calificativo de “malo”, esta pérdida en atributos sensoriales, estaría relacionado con el efecto de la electricidad sobre las grasas, referente a las características fisicoquímicas como el pH, densidad, no hubo efectos negativos, la acidez y color sufrieron cambios, debido probablemente a la acción de la electricidad sobre las moléculas orgánicas.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el prototipo de calentamiento óhmico en productos lácteos, o diseñar equipos con electrodos de estaño, grafito para el tratamiento de alimentos.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones con nuevos diseños del prototipo de calentamiento óhmico, en bebidas con alto contenido de vitamina C, frutas y carnes para poder conservar la composición nutricional del producto.

Se recomienda fusionar dos o más equipos que posean tecnologías emergentes para el tratamiento de alimentos y bebidas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adame, B. (2019). *Obtención de almidones de papa (Solanum tuberosum) pregelatinizados usando calentamiento óhmico*. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1497>
- Aguilar, L. R. (2020). Residuos de antibióticos en leche cruda de vaca comercializada y su relación con las características fisicoquímicas en el distrito de Tacna, 2019. *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4127>
- Alkanan, Z. T., Altemimi, A. B., Al-Hilphy, A. R. S., Watson, D. G., & Pratap-Singh, A. (2021). Ohmic Heating in the Food Industry: Developments in Concepts and Applications during 2013–2020. *Applied Sciences*, 11(6), 2507. <https://doi.org/10.3390/app11062507>
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed). AOAC International.
- Balthazar, C. F., Cabral, L., Guimarães, J. T., Noronha, M. F., Cappato, L. P., Cruz, A. G., & Sant'Ana, A. S. (2022). Pasteurización convencional y por calentamiento óhmico de leche de oveja fresca y descongelada: Consumo de energía y evaluación de la microbiota bacteriana durante el almacenamiento refrigerado. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 76, 102947. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102947>
- Bravo, J. A. O. (2015). *Efecto del Calentamiento Óhmico sobre el Contenido de Metales (Ca, Fe y Zn) y el Recuento Bacteriano en Navajuelas (Tagelus dombeii)*. 44.
- Ccopa, D. R. (2009). Evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de calentamiento en la vida útil del queso tipo paria envasado al vacío.

Universidad Nacional del Altiplano.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3348>

Costa, N., Cappato, L. ., Ferreira, M., Pires, R., Moraes, J., Esmerino, E., Silva, R., Neto, R., Tavares, M., Freitas, M., Silveira Júnior, R., Rodrigues, F., Bisaggio, R., Cavalcanti, R., Raices, R., Silva, M., & Cruz, A. (2018). Ohmic Heating: A potential technology for sweet whey processing. *Food Research International*, 106, 771-779. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.046>

Cuentas, I., Medina, S. Á., Morales, M., & Sáenz, R. A. (2018). *Planeamiento estratégico para la industria arequipeña de lácteos*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/11738>

Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI. (2017). *Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2017/19598-decreto-supremo-n-007-2017-minagri>

DS N° 007-2017-MINAGRI. (2017). *Decreto supremo que aprueba el reglamento de la leche y productos lácteos*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf

Estacio, R., & Muñoz, S. G. (2017). Efecto de la manteca vegetal en las características organolépticas del manjar blanco saborizado con café elaborado a partir de leche descremada. *Investigación Valdizana*, 9(2), Art. 2.

Falconi, M. I. (2018). *Efecto de la presencia de calostro sobre la calidad microbiológica, físico-química, y sensorial de la leche pasteurizada en refrigeración*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4957>

Guerrero, J. G., & Rodríguez, P. A. R. (2010). *Características físico – química de la leche y sus variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El Colonial, león,*

Nicaragua. 72.

- Guzmán, L., Mayorga, N., & Mejía, C. (2015). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del queso fresco prensado producido en la región Junín, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 5(2), Art. 2. <https://doi.org/10.18259/acs.2015039>
- Hernandez, J. R. (2019). *Efecto de las condiciones de procesamiento en la calidad nixtamalera, química y nutracéutica de harinas nixtamalizadas por un proceso de calentamiento óhmico continuo*. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1158>
- Hiroshi, H., Guemra, S., Bosso, A., de Pádua A, É., & Rodrigo Ito M, L. (2020). Reducción de proteínas y glucosa por reacción de Maillard en leche con lactosa hidrolisada. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 14-21. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000100014>
- Indiarto, R., & Nurannisa, R. L. (2020). *Quality Characteristics of Dairy Products Using Ohmic Heating Technology: A Review*. 7.
- Inti, J., Henostroza, J., & Castro, R. (2010). Calidad sensorial de quesos en la ciudad de Huaraz. *Aporte Santiaguino*, 3(1), 41. <https://doi.org/10.32911/as.2010.v3.n1.419>
- Jafarpour, D., & Hashemi, S. M. B. (2022). Ohmic heating application in food processing: Recent achievements and perspectives. *Foods and Raw Materials*, 216-223. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-2-531>
- Jan, B., & Shams, R. (2021a). *Ohmic heating technology for food processing: A review of recent developments*. 15.
- Jan, B., & Shams, R. (2021b). *Ohmic heating technology for food processing: A review of recent developments*. 15.

- Jiménez Sobrino, L. (2020). *Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria y tecnológica de la leche de raza manchega como instrumento para la mejora de la viabilidad socioeconómica y ambiental de los sistemas productivos de ovino lechero*. <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/19637>
- Jiménez, W. A., & Rojas, J. N. (2015). *Instalación de una planta de producción de yogurt de frutas no tradicionales (Sachatomate, Aguaymanto, Chirimoya y Guayaba) parcialmente descremado*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/856>
- Kerry, J. F. (2011). Effects of novel thermal processing technologies on the sensory quality of meat and meat products. En *Processed Meats* (pp. 617-665). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857092946.3.617>
- Kim, S.-S., & Kang, D.-H. (2015). Effect of milk fat content on the performance of ohmic heating for inactivation of Escherichia coli O157:H7, Salmonella enterica Serovar Typhimurium and Listeria monocytogenes. *Journal of Applied Microbiology*, 119(2), 475-486. <https://doi.org/10.1111/jam.12867>
- Knirsch, M. C., Alves dos Santos, C., Martins de Oliveira Soares Vicente, A. A., & Moreira, T. C. P. (2010). Ohmic heating – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(9), 436-441. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.06.003>
- Luquillas, E. R. (2022). *Diseño, construcción y validación de un prototipo de calentamiento óhmico para la reducción de carga microbiana en líquidos*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7177>
- Macias, K., & Mora, K. (2017). *Efecto del calentamiento Óhmico sobre la inactivación microbiana y las propiedades físico-químico del extracto de Guayusa (Ilex guayusa)*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22125>
- Marra, F. (2014). Mathematical model of solid food pasteurization by ohmic heating:

- Influence of process parameters. *TheScientificWorldJournal*, 2014, 236437.
<https://doi.org/10.1155/2014/236437>
- Meléndez, E. D. (2016). Estudio del consumo de leche y sus derivados en el Municipio de Oaxaca de Juárez, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XX(39), 441-450.
- Milovanovic, B., Tomovic, V., Djekic, I., Miocinovic, J., Solowiej, B. G., Lorenzo, J., Barba, F. J., & Tomasevic, I. (2021). Colour assessment of milk and milk products using computer vision system and colorimeter. *International Dairy Journal*, 120, 105084. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105084>
- NOM. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, «Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización»*. 21.
- NTP 202.001. (2016). *NTP 202.001 2016 | PDF | Productos lácteos | Leche*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/353010592/NTP-202-001-2016>
- NTP 202.008:1998 (revisada el 2020). (2020). *Leche y productos lácteos*. <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-202-008.html>
- NTP 202.086:2007 (revisada el 2018). (2018). *Aprueban Normas Técnicas Peruanas sobre leche y productos lácteos, en su versión 2018- RESOLUCION DIRECTORAL-N° 027-2018-INACAL/DN*. <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-sobre-leche-y-productos-la-resolucion-directoral-n-027-2018-inacaldn-1693658-1/>
- Olortegui, A. H., & Santos, S. S. (2019). Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de leche entera en el hato lechero de la Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión 2016. *Universidad*

Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3215>

Parmar, P., Singh, A. K., Meena, G. S., Borad, S., & Raju, P. N. (2018). Application of ohmic heating for concentration of milk. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 4956-4963. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3431-4>

Rios, M. M., & Villanueva, A. M. (2018). Efecto de las proporciones de pasta de coco, leche descremada y pisco en las características fisicoquímicas y organolépticas del licor de coco (*Cocos nucifera* L.). *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*.

<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3950>

RM N° 615-2003 SA/DM. (2003). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.*

http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf

Rocha, R. S., Silva, R., Ramos, G. L. P., Cabral, L. A., Pimentel, T. C., Campelo, P. H., Blumer Zacarchenco, P., Freitas, M. Q., Esmerino, E. A., Silva, M. C., & Cruz, A. G. (2022). Ohmic heating treatment in high-protein vanilla flavored milk: Quality, processing factors, and biological activity. *Food Research International*, 161, 111827. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111827>

Rojas, W. N., Chacón, A., & Pineda, M. L. (2006). Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 221. <https://doi.org/10.15517/am.v18i2.5052>

Shao, L., Liu, Y., Tian, X., Yu, Q., Wang, H., Li, X., & Dai, R. (2021). Inactivación y recuperación de *Staphylococcus aureus* en leche, jugo de manzana y caldo

- tratado con calentamiento óhmico. *LWT*, 139, 110545.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110545>
- Shivaji, J. B., Mohan, R. J., Rawson, A., & Pare, A. (2021). Effect of ohmic heating on protein characteristics and beany flavor of soymilk. *International Journal of Chemical Studies*, 9(1), 248-252.
<https://doi.org/10.22271/chemi.2021.v9.i1e.11658>
- Stancl, J., & Zitny, R. (2010). Ensuciamiento de la leche con calentamiento óhmico directo. *Journal of Food Engineering*, 99(4), 437-444.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.11.019>
- Steel, R., & Torrie, J. (1996). *Bioestadística: Principios y procedimientos*.
<https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=5221>
- Suebsiri, N., Kokilakanistha, P., Laojaruwat, T., Tumpanuvat, T., & Jittanit, W. (2019). La aplicación del calentamiento óhmico en la pasteurización de leche sin lactosa en comparación con el calentamiento convencional, la contaminación por metales y los productos helados. *Journal of Food Engineering*, 262, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.05.017>
- Tesillo, M. (2022). *Análisis y caracterización colorimétrica de zumos de naranja por espectrofotometría de reflexión y transmisión*.
- Varghese, K. Sh., Pandey, M. C., Radhakrishna, K., & Bawa, A. S. (2014). Technology, applications and modelling of ohmic heating: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2304-2317.
<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0710-3>
- Villón, J. E. (2018). Formulación de una mezcla alimenticia a nivel piloto con (musa paradisiaca, l.) plátano variedad bellaco; (amaranthus caudatus, l.) kiwicha y leche entera en polvo. *Universidad Nacional Federico Villarreal*.

<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2508>

Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (1992). *[PDF] Métodos sensoriales! Básicos para la Evaluación de Alimentos.*

<https://silo.tips/download/metodos-sensoriales-basicos-para-la-evaluacion-de-alimentos-bm-watts-gl-ylimaki>

Wikipedia, 2022. (2022, mayo 10). *Composición de leche fresca.* Semana.com

Últimas Noticias de Colombia y el Mundo. <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/que-le-pasa-al-cuerpo-si-toma-leche-todos-los-dias/202210/>

Yang, T. (2020). *Re-Evaluation of ohmic heating technology for ration entrée quality improvement.* <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1092290.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1 – Análisis estadísticos de leche entera y descremada por calentamiento óhmico

Tabla 16. El análisis de varianza de aerobios mesófilos de leche entera.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
MBA ENTERA	12	0,24	0,00	37,28	

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		5,71	3	1,90	0,85
TRATAMIENTOS		5,71	3	1,90	0,85
Error		17,95	8	2,24	
Total		23,66	11		

Tabla 17. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de aerobios mesófilos de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{1E}	4,98	3	0,86 a
T _{3E}	4,36	3	0,86 a
T _{2E}	3,48	3	0,86 a
T _{0E}	3,26	3	0,86 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 18. El análisis de varianza de aerobios mesófilos de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
MBA DESCREMADA	12	0,59	0,44	22,57	

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		10,89	3	3,63	3,84
TRATAMIENTOS		10,89	3	3,63	3,84
Error		7,56	8	0,95	
Total		18,45	11		

Tabla 19. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de aerobios mesófilos de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{0D}	5,83	3	0,56 a
T _{3D}	4,10	3	0,56 a b
T _{2D}	4,10	3	0,56 a b
T _{1D}	3,20	3	0,56 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 20. El análisis de varianza de densidad de leche entera.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DENSIDAD	12	0,09	0,00	0,06	

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,5E-07	3	8,3E-08	0,25	0,8592
TRATAMIENTOS	2,5E-07	3	8,3E-08	0,25	0,8592
Error	2,7E-06	8	3,3E-07		
Total	2,9E-06	11			

Tabla 21. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de densidad de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{3E}	1,27	3	3,3E-04 a
T _{2E}	1,27	3	3,3E-04 a
T _{1E}	1,27	3	3,3E-04 a
T _{0E}	1,26	3	3,3E-04 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 22. El análisis de varianza de densidad de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DENSIDAD	12	0,65	0,52	0,10

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,5E-05	3	5,0E-06	4,97	0,0310
TRATAMIENTOS	1,5E-05	3	5,0E-06	4,97	0,0310
Error	8,0E-06	8	1,0E-06		
Total	2,3E-05	11			

Tabla 23. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de densidad de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{2D}	1,031	3	5,8E-04 a
T _{1D}	1,031	3	5,8E-04 a
T _{0D}	1,030	3	5,8E-04 a b
T _{3D}	1,028	3	5,8E-04 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 24. El análisis de varianza de solidos solubles de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SOLIDOS TOTALES	12	0.50	0.31	4.04

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,80	3	0,27	2,63	0,1216
TRATAMIENTOS	0,80	3	0,27	2,63	0,1216
Error	0,81	8	0,10		
Total	1,62	11			

Tabla 25. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de sólidos solubles de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{2E}	8,10	3	0,18 a
T _{1E}	8,10	3	0,18 a
T _{3E}	7,87	3	0,18 a
T _{0E}	7,47	3	0,18 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 26. El análisis de varianza de sólidos solubles de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SOLIDOS TOTALES	12	0,68	0,55	1,16

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	3	0,06	5,56	0,0234
TRATAMIENTOS	0,17	3	0,06	5,56	0,0234
Error	0,08	8	0,01		
Total	0,25	11			

Tabla 27. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de sólidos solubles de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{0D}	8,83	3	0,06 a
T _{2D}	8,60	3	0,06 a b
T _{1D}	8,57	3	0,06 b
T _{3D}	8,53	3	0,06 b

Tabla 28. El análisis de varianza de pH de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	12	1,00	1,00	0,23

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,63	3	0,21	757,69	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,63	3	0,21	757,69	<0,0001
Error	2,2E-03	8	2,7E-04		
Total	0,63	11			

Tabla 29. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de pH de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{3E}	7,32	3	0,01 a
T _{2E}	7,17	3	0,01 b
T _{1E}	7,05	3	0,01 c

T_{0E} 6,70 3 0,01 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 30. El análisis de varianza de pH de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	12	1,00	1,00	0,08

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	3	0,05	1391,00	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,14	3	0,05	1391,00	<0,0001
Error	2,7E-04	8	3,3E-05		
Total	0,14	11			

Tabla 31. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de pH de leche descremada

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T _{3D}	7,02	3	3,3E-03	a
T _{2D}	6,91	3	3,3E-03	b
T _{1D}	6,81	3	3,3E-03	c
T _{0D}	6,74	3	3,3E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Tabla 32. El análisis de varianza de acidez titulable de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ACIDEZ	12	0.96	0.95	7.44

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	3,6E-03	71,33	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,01	3	3,6E-03	71,33	<0,0001
Error	4,0E-04	8	5,0E-05		
Total	0,01	11			

Tabla 33. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de acidez titulable de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T _{0E}	0,14	3	4,1E-03	a
T _{1E}	0,09	3	4,1E-03	b
T _{2E}	0,08	3	4,1E-03	b c
T _{3E}	0,06	3	4,1E-03	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 34. El análisis de varianza de acidez titulable de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

ACIDEZ 12 0,91 0,87 4,53

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,6E-03	3	8,5E-04	25,58	0,0002
TRATAMIENTOS	2,6E-03	3	8,5E-04	25,58	0,0002
Error	2,7E-04	8	3,3E-05		
Total	2,8E-03	11			

Tabla 35. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de acidez titulable de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T _{0D}	0,15	3	3,3E-03	a
T _{1D}	0,13	3	3,3E-03	a b
T _{2D}	0,12	3	3,3E-03	b
T _{3D}	0,11	3	3,3E-03	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 36. El análisis de varianza de color Luminosidad (L*) de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L*	12	0,34	0,09	1,68

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,92	3	2,31	1,38	0,3185
TRATAMIENTOS	6,92	3	2,31	1,38	0,3185
Error	13,42	8	1,68		
Total	20,34	11			

Tabla 37. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color Luminosidad (L*) de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T _{3E}	77,68	3	0,75	a
T _{0E}	77,56	3	0,75	a
T _{1E}	76,19	3	0,75	a
T _{2E}	76,02	3	0,75	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 38. El análisis de varianza de color Luminosidad (L*) de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L*	12	0,93	0,91	0,62

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,55	3	8,52	37,38	<0,0001
TRATAMIENTOS	25,55	3	8,52	37,38	<0,0001

Error	1,82	8	0,23
Total	27,37	11	

Tabla 39. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color Luminosidad (L*) de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T _{1D}	79,12	3	0,28	a
T _{0D}	77,16	3	0,28	b
T _{2D}	76,17	3	0,28	b c
T _{3D}	75,17	3	0,28	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 40. El análisis de varianza de color cromaticidad (a*) de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a*	12	0,40	0,17	9,44

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,33	3	0,11	1,77	0,2298
TRATAMIENTOS	0,33	3	0,11	1,77	0,2298
Error	0,50	8	0,06		
Total	0,83	11			

Tabla 41. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (a*) de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T _{2E}	-2,39	3	0,14	a
T _{1E}	-2,61	3	0,14	a
T _{3E}	-2,75	3	0,14	a
T _{0E}	-2,83	3	0,14	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 42. El análisis de varianza de color cromaticidad (a*) de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a*	12	0,95	0,93	2,31

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,38	3	0,46	51,29	<0,0001
TRATAMIENTOS	1,38	3	0,46	51,29	<0,0001
Error	0,07	8	0,01		
Total	1,45	11			

Tabla 43. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (a*) de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{2D}	-3,64	3	0,05 a
T _{3D}	-3,89	3	0,05 b
T _{0D}	-4,42	3	0,05 c
T _{1D}	-4,43	3	0,05 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 44. El análisis de varianza de color cromaticidad (b*) de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b*	12	0,98	0,97	5,51

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,44	3	6,15	119,58	<0,0001
TRATAMIENTOS	18,44	3	6,15	119,58	<0,0001
Error	0,41	8	0,05		
Total	18,85	11			

Tabla 45. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (b*) de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{2E}	5,68	3	0,13 a
T _{0E}	4,52	3	0,13 b
T _{3E}	4,03	3	0,13 b
T _{1E}	2,24	3	0,13 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 46. El análisis de varianza de color cromaticidad (b*) de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b*	12	0,96	0,94	40,05

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,51	3	0,84	58,54	<0,0001
TRATAMIENTOS	2,51	3	0,84	58,54	<0,0001
Error	0,11	8	0,01		
Total	2,62	11			

Tabla 47. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (b*) de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{1D}	1,04	3	0,07 a

T _{2D}	0,32	3	0,07	b
T _{3D}	-0,06	3	0,07	c
T _{0D}	-0,11	3	0,07	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 48. El análisis de varianza de color cromaticidad (ΔE) de leche entera.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ΔE	12	0,35	0,11	0,82

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	1,46	0,2976
TRATAMIENTOS	0,02	3	0,01	1,46	0,2976
Error	0,04	8	0,01		
Total	0,06	11			

Tabla 49. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (ΔE) de leche entera.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{3E}	8,82	3	0,04 a
T _{0E}	8,82	3	0,04 a
T _{2E}	8,73	3	0,04 a
T _{1E}	8,73	3	0,04 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 50. El análisis de varianza de color cromaticidad (ΔE) de leche descremada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ΔE	12	0,92	0,89	0,34

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	3	0,03	31,45	0,0001
TRATAMIENTOS	0,08	3	0,03	31,45	0,0001
Error	0,01	8	8,7E-04		
Total	0,09	11			

Tabla 51. Comparaciones utilizando el método de Tukey para el análisis de color cromaticidad (ΔE) de leche descremada.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T _{1D}	8,90	3	0,02 a
T _{0D}	8,79	3	0,02 b
T _{2D}	8,73	3	0,02 b c
T _{3D}	8,68	3	0,02 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

ANEXO 2 – Evaluación de las características sensoriales

Análisis de la prueba de Friedman por los atributos de color, olor y sabor.

Tabla 52. Prueba de Friedman en leche entera por calentamiento óhmico en atributo color.

T_{0E}	T_{1E}	T_{2E}	T_{3E}	T^2	p
2,52	2,61	2,50	2,36	0,23	0,8776

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T_{1E}	57,50	2,61	22 a
T_{0E}	55,50	2,52	22 a
T_{2E}	55,00	2,50	22 a
T_{3E}	52,00	2,36	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Tabla 53. Prueba de Friedman en leche descremada por calentamiento óhmico en atributo color.

T_{0D}	T_{1D}	T_{2D}	T_{3D}	T^2	p
2,50	2,64	2,36	2,50	0,29	0,8304

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T_{1D}	58,00	2,64	22 a
T_{0D}	55,00	2,50	22 a
T_{3D}	55,00	2,50	22 a
T_{2D}	52,00	2,36	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Tabla 54. Prueba de Friedman en leche entera por calentamiento óhmico en atributo olor.

T_{0E}	T_{1E}	T_{2E}	T_{3E}	T^2	p
2,73	2,36	2,41	2,50	0,55	0,6518

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T_{0E}	60,00	2,73	22 a
T_{3E}	55,00	2,50	22 a
T_{2E}	53,00	2,41	22 a
T_{1E}	52,00	2,36	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Tabla 55. Prueba de Friedman en leche descremada por calentamiento óhmico en atributo olor.

T_{0D}	T_{1D}	T_{2D}	T_{3D}	T^2	p
2,55	2,66	2,27	2,52	0,77	0,5153

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T_{1D}	58,50	2,66	22 a
T_{0D}	56,00	2,55	22 a
T_{3D}	55,50	2,52	22 a
T_{2D}	50,00	2,27	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Tabla 56. Prueba de Friedman en leche entera por calentamiento óhmico en atributo sabor.

T_{0E}	T_{1E}	T_{2E}	T_{3E}	T^2	p
2,30	2,41	2,73	2,57	0,61	0,6089

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T_{2E}	60,00	2,73	22 a
T_{3E}	56,50	2,57	22 a
T_{1E}	53,00	2,41	22 a
T_{0E}	50,50	2,30	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Tabla 57. Prueba de Friedman en leche descremada por calentamiento óhmico en atributo sabor.

T_{0D}	T_{1D}	T_{2D}	T_{3D}	T^2	p
2,23	2,93	2,36	2,48	1,84	0,1492

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T_{1D}	64,50	2,93	22 b
T_{3D}	54,50	2,48	22 a b
T_{2D}	52,00	2,36	22 a b
T_{0D}	49,00	2,23	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

ANEXO 3 – Proceso de leche entera y descremada por calentamiento óhmico



Figura 10. a) Recepción de materia prima b) Filtración de leche c) Medición de densidad leche entera y descremada d) Medición de temperatura.

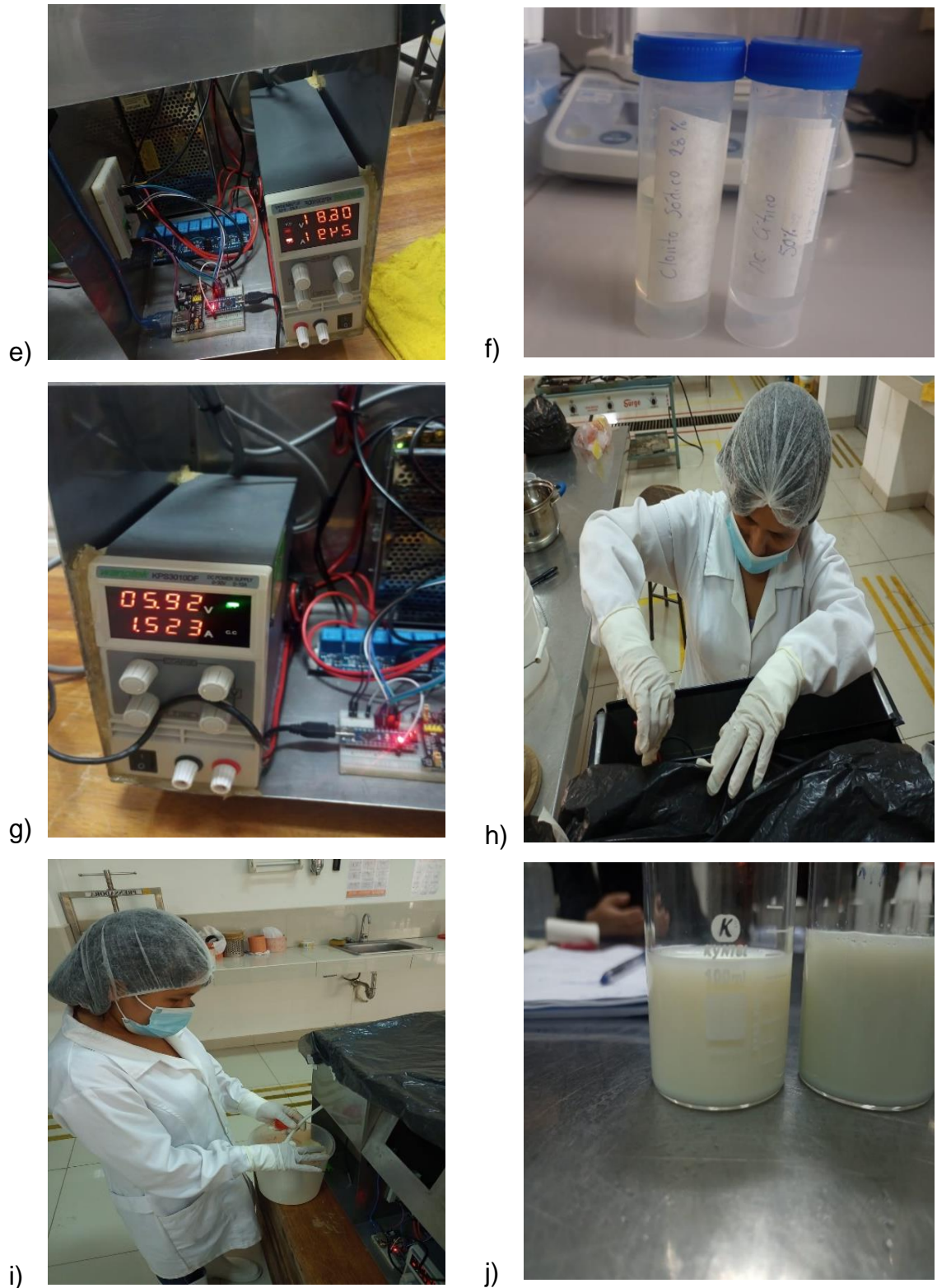


Figura 11. e) Prototipo de calentamiento óhmico f) Desinfección de prototipo con clorito sódico 28% y ácido cítrico 50% g) Encender el prototipo y calibrar el voltaje h) Poner los cocodrilos en las rejillas i) Tratamientos realizados por prototipo de calentamiento óhmico j) Comparación de muestras.

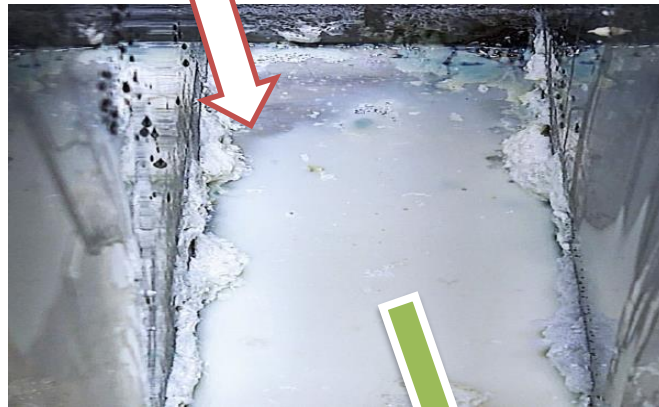


Figura 12. Observación después del tratamiento del calentamiento óhmico la desnaturalización de leche entera y descremada.

ANEXO 4 – Análisis microbiológico de leche entera y descremada

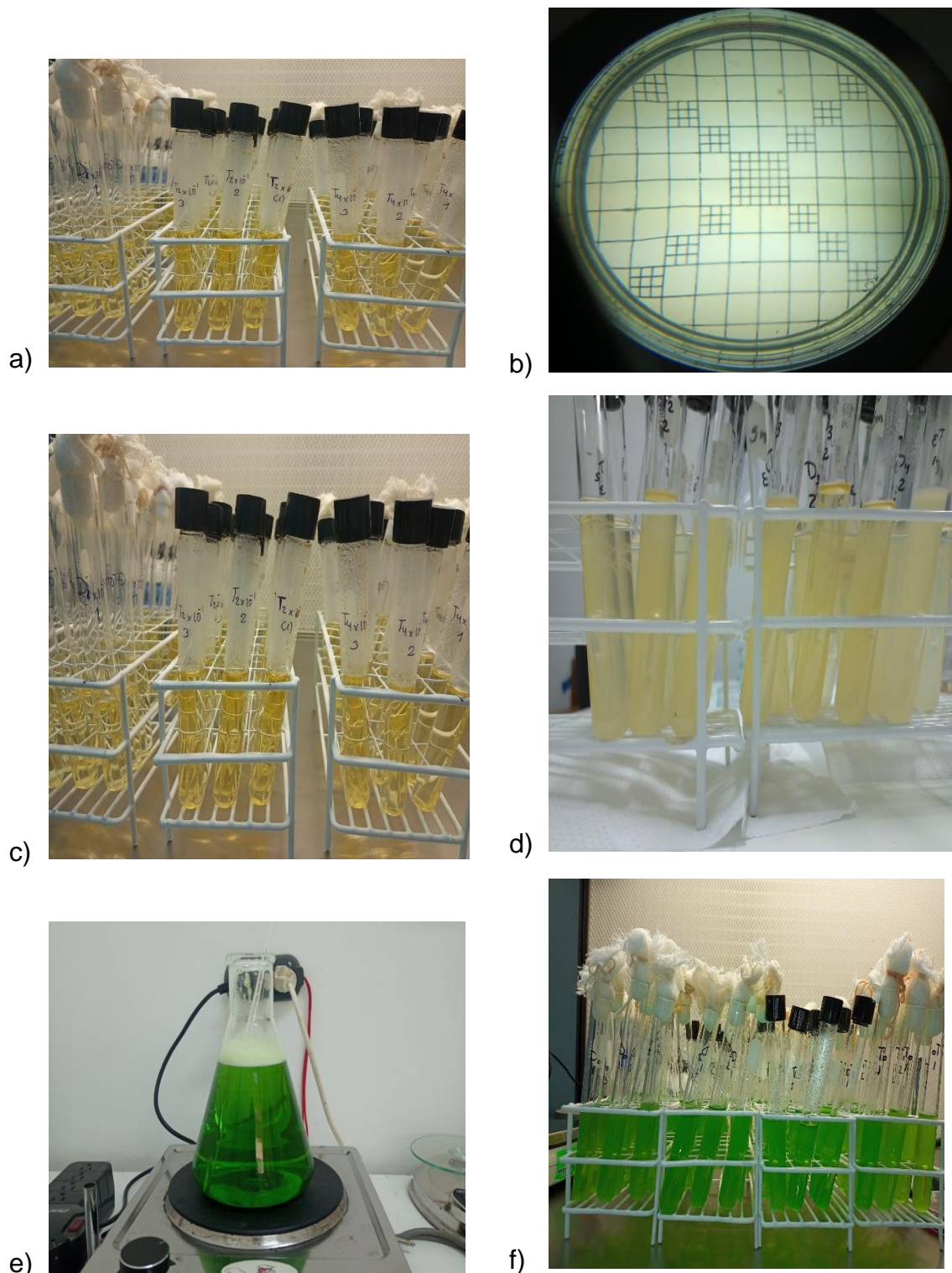


Figura 13. a) Preparación de materiales y rotulado de tubos de ensayo b) Conteo de bacterias mesófilos. c) Preparación de materiales para coliformes por NMP con el medio Caldo lauril triptosa. d) Observación de burbujas y cambio de color por la prueba presuntiva. e) Preparación de caldo verde bilis brillante para la prueba confirmativa. f) Preparación en los tubos de ensayo para coliformes.

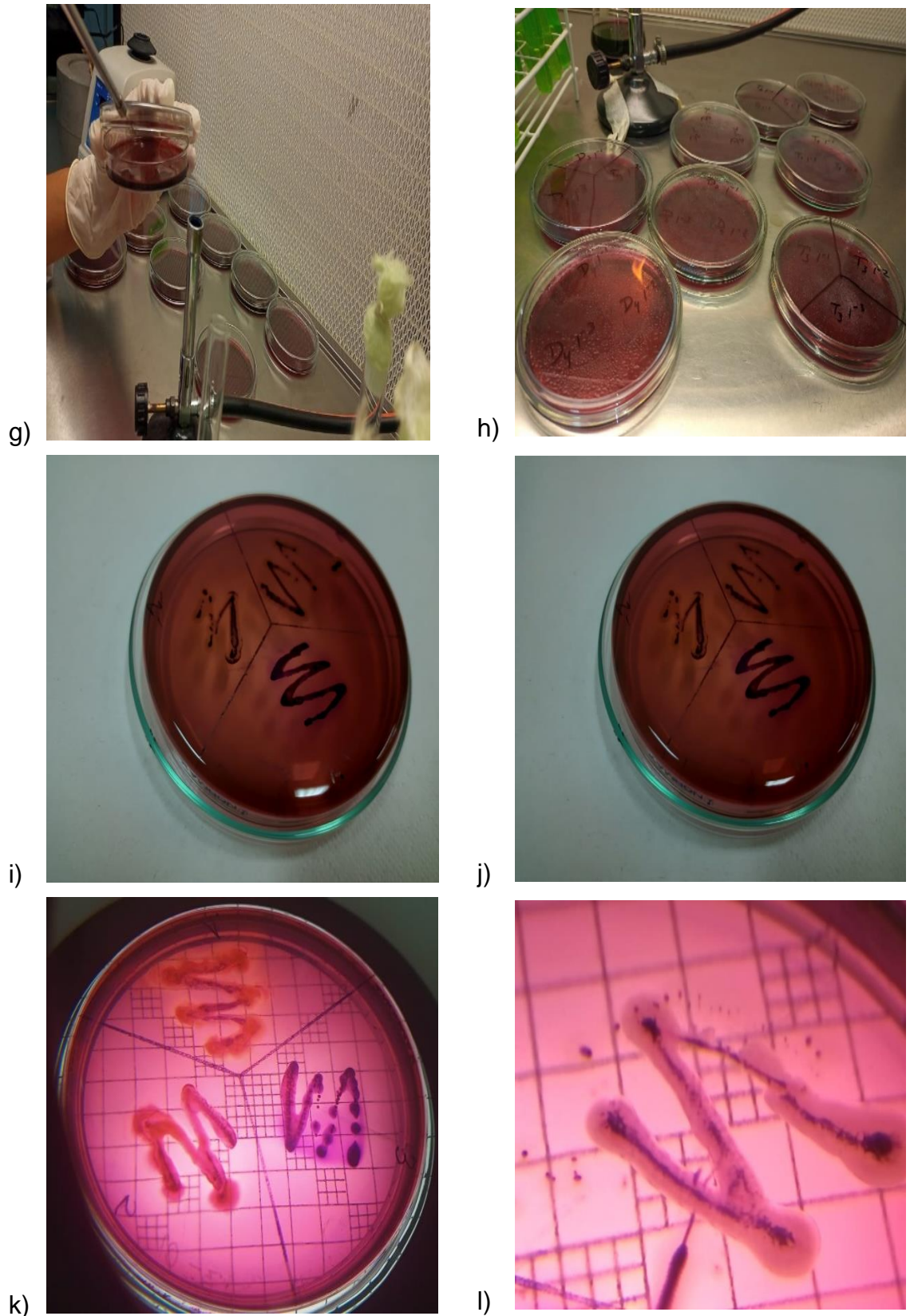


Figura 14. g) Siembra en placas con el medio EMB h), i), j), k) y l) Observación de coliformes en placas.

ANEXO 5 – Análisis fisicoquímicos

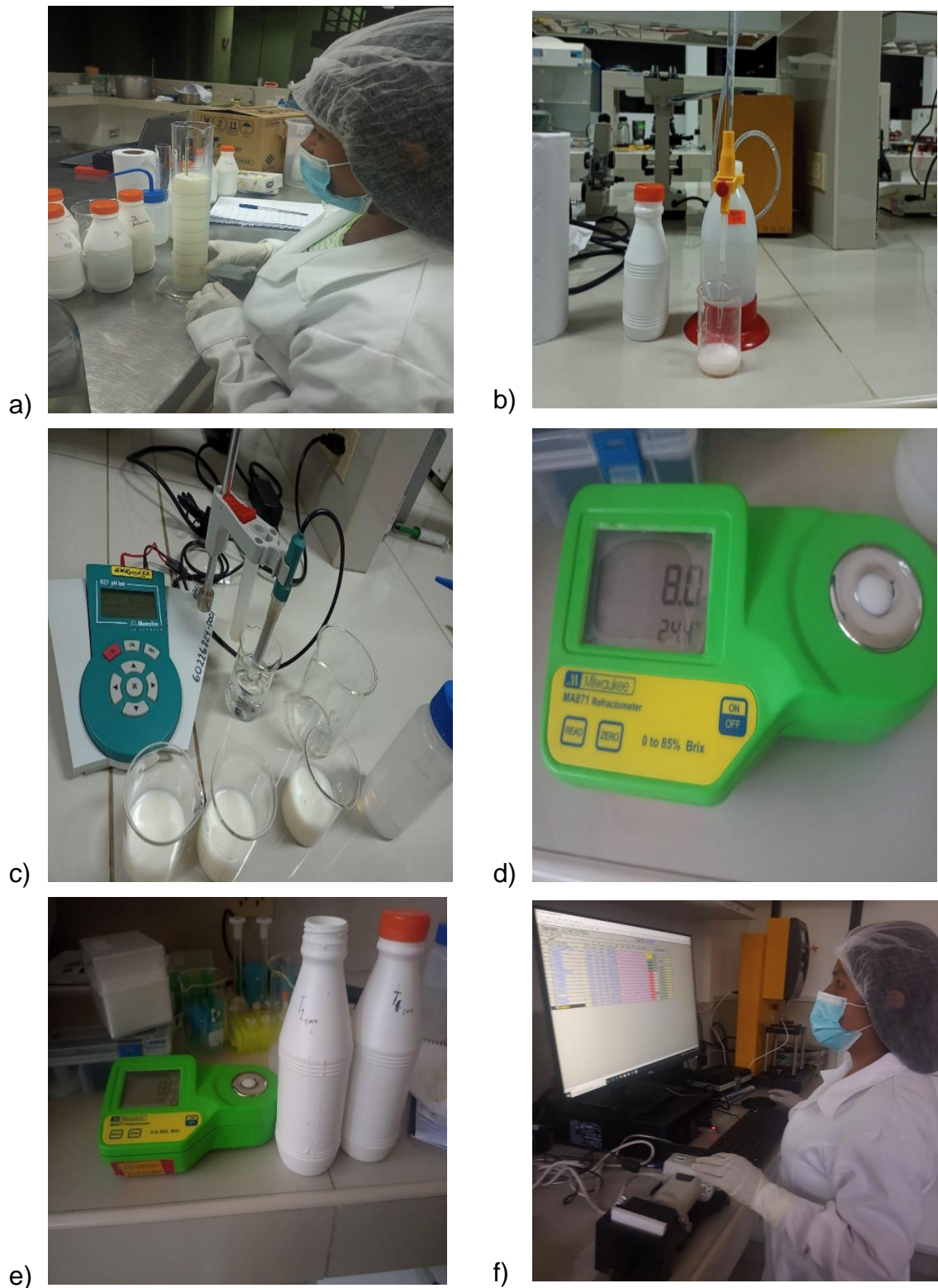


Figura 15. a) Medición de densidad, b) Medición de acidez titulable de leche, c) Medición de pH de leche, d)-e) Medición de sólidos solubles de leche, f) Medición de colorimetría.

ANEXO 6 – Panel fotográfico de análisis sensorial



Figura 16. Análisis sensorial de leche entera y descremada.

ANEXO 7 – Ficha de evaluación sensorial

Nombres y Apellidos:

Edad: Fecha: .../.../...

Producto: Leche entera por Calentamiento Óhmico

Pruebe las muestras y marque con una “x” en el casillero que corresponda a su nivel o grado de satisfacción.

Grado de satisfacción	Color	Olor				Sabor							
										T _{0E}	T _{1E}	T _{2E}	T _{3E}
5	Muy bueno												
4	Bueno												
3	Regular												
2	Malo												
1	Muy malo												

Comentarios:

.....

.....

.....

Figura 17. Ficha de análisis sensorial de leche entera.

Nombre y Apellidos:

Edad:

Fecha: .../.../...

Producto: Leche descremada por Calentamiento Óhmico

Pruebe las muestras y marque con una "x" en el casillero que corresponda a su nivel o grado de satisfacción.

Grado de satisfacción	Color				Olor				Sabor				
	T _{0D}	T _{1D}	T _{2D}	T _{3D}	T _{0D}	T _{1D}	T _{2D}	T _{3D}	T _{0D}	T _{1D}	T _{2D}	T _{3D}	
5	Muy bueno												
4	Bueno												
3	Regular												
2	Malo												
1	Muy malo												

Comentarios:

.....
.....
.....

Figura 18. Ficha de análisis sensorial de leche descremada.

ANEXO 8 – Tabla de Coliformes

TRATAMIENTO	1*10-1	1*10-2	1*10-3	TOTAL	MPN/g
T0E	1	1	1	3	>1100
T0E	1	1	1	3	
T0E	1	1	1	3	
T1E	1	1	1	3	>1100
T1E	1	1	1	3	
T1E	1	1	1	3	
T2E	1	1	1	3	>1100
T2E	1	1	1	3	
T2E	1	1	1	3	
T3E	1	1	1	3	>1100
T3E	1	1	1	3	
T3E	1	1	1	3	

TRATAMIENTO	1*10-1	1*10-2	1*10-3	TOTAL	MPN/g
T0D	1	1	1	3	>1100
T0D	1	1	1	3	
T0D	1	1	1	3	
T1D	1	1	1	3	>1100
T1D	1	1	1	3	
T1D	1	1	1	3	
T2D	1	1	1	3	>1100
T2D	1	1	1	3	
T2D	1	1	1	3	
T3D	1	1	1	3	>1100
T3D	1	1	1	3	
T3D	1	1	1	3	

Figura 19. Coliformes de NMP

ANEXO 9 – Resultados en Excel de análisis sensorial

Color de leche entera

ENCUESTA	T0E	T1E	T2E	T3E
1	5	3	3	4
2	3	3	3	4
3	4	4	4	4
4	3	4	4	3
5	3	3	5	3
6	3	4	3	3
7	3	5	5	4
8	5	4	3	4
9	3	4	5	4
10	4	4	4	4
11	5	5	5	5
12	1	2	2	4
13	3	3	2	3
14	5	5	5	4
15	4	4	4	4
16	4	4	4	3
17	3	3	4	4
18	5	5	5	5
19	4	3	4	3
20	5	4	3	4
21	4	5	4	3
22	5	4	3	4

Olor de leche entera

ENCUESTA	TOE	T1E	T2E	T3E
1	4	4	4	5
2	3	3	3	3
3	4	4	3	4
4	4	3	4	4
5	4	3	4	3
6	3	5	4	4
7	3	4	5	3
8	4	1	3	3
9	3	3	3	4
10	4	4	4	4
11	5	5	4	4
12	4	3	4	4
13	2	3	2	3
14	5	3	3	3
15	4	4	3	3
16	3	3	3	3
17	3	4	4	4
18	4	4	5	5
19	3	3	3	3
20	5	4	3	3
21	5	4	4	3
22	4	1	3	3

Sabor de leche entera

ENCUESTA	TOE	T1E	T2E	T3E
1	3	3	4	4
2	3	3	3	4
3	4	4	3	4
4	1	2	4	4
5	4	3	4	3
6	3	4	4	5
7	3	4	5	3
8	3	3	2	2
9	4	3	3	3
10	4	5	3	3
11	4	5	5	5
12	3	4	5	5
13	3	3	2	3
14	3	4	4	3
15	4	4	5	4
16	3	4	5	5
17	4	4	4	3
18	5	4	5	5
19	3	3	4	4
20	5	3	3	4
21	4	4	5	4
22	3	3	2	2

Color de leche descremada

ENCUESTA	T0D	T1D	T2D	T3D
1	4	5	3	4
4	4	4	3	3
3	4	4	4	4
4	2	1	5	4
5	3	4	3	4
6	3	4	4	4
7	5	5	4	5
8	4	4	4	4
9	3	4	5	4
10	4	3	4	4
11	5	5	5	5
12	5	3	2	2
13	3	3	2	2
14	4	4	4	5
15	4	4	4	4
16	4	4	4	3
17	4	4	4	4
18	5	4	4	4
19	3	2	3	3
20	4	5	5	4
21	4	4	4	4
22	3	4	3	4

Olor de leche descremada

ENCUESTA	T0D	T1D	T2D	T3D
1	4	4	3	5
2	3	3	3	3
3	4	4	4	4
4	4	3	4	3
5	3	4	3	5
6	3	4	3	4
7	4	4	4	3
8	2	1	3	4
9	3	3	3	3
10	4	4	4	4
11	5	4	4	4
12	4	4	3	2
13	3	3	3	3
14	4	4	3	3
15	3	4	4	4
16	3	3	3	3
17	4	4	4	4
18	5	5	5	5
19	3	3	3	3
20	5	3	3	3
21	3	4	3	4
22	3	4	3	3

Sabor de leche descremada

ENCUESTA	T0D	T1D	T2D	T3D
1	3	4	3	4
2	3	4	3	3
3	3	4	4	5
4	2	1	3	3
5	3	4	3	4
6	3	4	5	5
7	4	4	4	3
8	2	4	2	3
9	4	3	5	4
10	4	3	3	3
11	5	5	5	5
12	5	4	3	2
13	4	4	3	3
14	3	4	5	5
15	3	3	2	2
16	3	4	3	3
17	4	4	4	3
18	5	5	4	5
19	3	4	3	3
20	3	5	4	4
21	3	5	5	5
22	4	4	4	4

ANEXO 10 – Tabla de Recuento de microorganismos coliformes

RECUENTO DE MICROORGANISMOS COLIFORMES

Tabla de NMP (Número Más Probable) para serie de tres tubos

Table 1 For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g/ml inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.											
Pos. Tubes			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubes			MPN/g	Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	High	0.10	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<3.0	–	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	–

ente. <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm109656.htm#tbl1>

ANEXO 11 – Resolución del concurso ganado de la UNHEVAL

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 069 - 2022- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**“EFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO EN LA INOCUIDAD
MICROBIOLÓGICA DE LECHE ENTERA Y DESCREMADA”**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

VILLANUEVA AROSTEGUI, INCIDENCIA;

La misma que fue aplicado en el programa: “turnitin”

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 04 de noviembre 2022

Resultado: **23 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

069

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°


.....
Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DE LA F.C.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
HUANUCO - PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

En la ciudad de Huánuco a los 7 días del mes de diciembre del año 2022, siendo las **15:00 horas** de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en el salón de usos múltiples de la Facultad de Ciencias Agrarias los miembros integrantes del Jurado de tesis designados con Resolución N° 620-2022-UNHEVAL-FCA-D, del 01 de diciembre del 2022, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **“EFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO EN LA INOCUIDAD MICROBIOLÓGICA DE LECHE ENTERA Y DESCREMADA”**, presentada por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **INCIDENCIA VILLANUEVA AROSTEGUI**, bajo el asesoramiento por el **DR. JUAN EDSON VILLANUEVA TIBURCIO**.


El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

Dr. Ángel David Natividad Bardales	Presidente
Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay	Secretario
Dr. Roger Estacio Laguna	Vocal
Dr. Rubén Max Rojas Portal	Accesitario 01
Mg. Josué Zevallos García	Accesitario 02

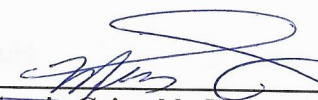
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el cuantitativo de **16** y cualitativo de **BUENO**, quedando el sustentante **APTO** para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las **16:00** horas.

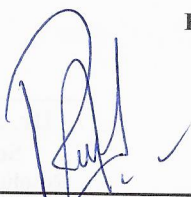
Huánuco, 07 de diciembre del 2022



Dr. Ángel David Natividad Bardales
Presidente del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D



Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay
Secretario del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D



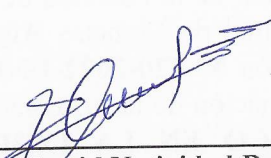
Dr. Roger Estacio Laguna
Vocal del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D

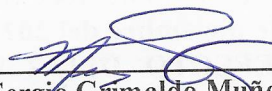
- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado


OBSERVACIONES:

Ninguno

Huánuco, 07 de diciembre del 2022


Dr. Ángel David Natividad Bardales
Presidente del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D


Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay
Secretario del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D


Dr. Roger Estacio Laguna
Vocal del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 2022

Dr. Ángel David Natividad Bardales
Presidente del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D

Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay
Secretario del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D

Dr. Roger Estacio Laguna
Vocal del Jurado de Tesis
Resolución N° 620-2022-UNHEVAL/FCA-D

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría	Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Carrera Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	VILLANUEVA AROSTEGUI INCIDENCIA					
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.	
Nro. de Documento:	72293018			Nro. de Celular:	929761891	
				Correo Electrónico:	inci_villanueva@hotmail.com	

Apellidos y Nombres:						
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.	
Nro. de Documento:				Nro. de Celular:		
				Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:						
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.	
Nro. de Documento:				Nro. de Celular:		
				Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	X	NO
Apellidos y Nombres:	VILLANUEVA TIBURCIO JUAN EDSON				ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-1541-7525			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	40040333	

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	NATIVIDAD BARDALES ANGEL DAVID
Secretario:	MUÑOZ GARAY SERGIO GRIMALDO
Vocal:	ESTACIO LAGUNA ROGER
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	ROJAS PORTAL RUBEN MAX

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
EFFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO EN LA INOCUIDAD MICROBIOLÓGICA DE LECHE ENTERA Y DESCREMADA
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

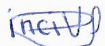

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2022
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)	
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILOS	BACTERIAS COLIFORMES	
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto		Condición Cerrada (*)	X
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:	19/12/2025
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI X NO
Información de la Agencia Patrocinadora:	PROYECTO FINANCIADO POR FONDOS CONCURSABLES DE LA UNHEVAL CON RESOLUCION N° 0125-2019-UNHEVAL-VRI			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	VILLANUEVA AROSTEGUI INCIDENCIA	
DNI:	72293018	Huella Digital
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 19/12/2022		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.