

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: "Evaluación del efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la calidad del yogur firme"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Chapi Mera Stalin Javier

TUTOR: Ing. León Revelo Gualberto Gerardo, PhD.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Chapi Mera Stalin Javier con el número de cédula 040210239-6 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la calidad del yogur firme"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. León Revelo Gualberto Gerardo, PhD

TUTOR

Tulcán, marzo de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo , Chapi Mera Stalin Javier con cédula de identidad número 040210239-6 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Chapi Mera Stalin Javier

AUTOR

Tulcán, marzo de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Chapi Mera Stalin Javier declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la calidad del yogur firme" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Chapi Mera Stalin Javier

AUTOR

Tulcán, marzo de 2026

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios, por ser mi guía constante en cada etapa de mi vida y por brindarme la fortaleza necesaria para culminar esta investigación.

A mi familia, quienes con su apoyo incondicional, paciencia y motivación han sido el pilar fundamental en mi formación profesional, su confianza y amor han sido la inspiración para alcanzar este logro.

A mi tutor. PhD. Gualberto León Revelo, por su orientación, dedicación y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación, su experiencia y acompañamiento fueron esenciales para dar forma y rigor científico a este estudio.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por abrirme las puertas al conocimiento y brindarme las herramientas necesarias para crecer como profesional en la Carrera de Alimentos.

A mis compañeros y amigos, por compartir experiencias, aprendizajes y momentos que enriquecieron mi vida universitaria y personal, convirtiendo este camino en una etapa memorable.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de manera directa e indirecta, contribuyeron con su apoyo, consejos y motivación para que esta investigación se haga realidad.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza necesaria para superar cada desafío que se presentó en mi camino académico y personal.

A mis amados padres, César Alirio Chapi López y Lucy Margodth Mera Mejía, quienes con su esfuerzo, amor y sacrificio me han brindado las bases para alcanzar este logro, su ejemplo de perseverancia y dedicación ha sido la inspiración constante en mi formación, los amo mucho papitos de mi vida, este logro es por y para ustedes.

A mis amados abuelitos Alfonso Mera Valencia y Digna María Mejía Oviedo, a mis queridas hermanas, Alexandra Estefanía y Pamela Yazmin Chapi Mera, a mis amados tíos José Ramiro Mera Oviedo y Héctor Aurelio Mejía Oviedo, mis queridos primos Byron Mauricio Sarchi Chapi, Tania Janeth Chapi López, Eugenia Elizabeth Chapi López, Dayana Vanessa Gaón Mera, Jefferson Saúl Pabón Chapi y mi amado sobrino Thiago Josué Iñiguez Chapi, por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada etapa de mi vida, gracias a sus consejos y alentarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles, los amo y los llevaré siempre en mi corazón.

A mis amigos y compañeros, por compartir experiencias, aprendizajes y momentos que hicieron de esta etapa universitaria un camino enriquecedor y memorable.

Finalmente, dedico este estudio a todas aquellas personas que creen en la educación como la mejor herramienta de transformación, y que con su confianza y motivación me impulsaron a culminar esta investigación con éxito.

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Objetivo General	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.4.3. Preguntas de Investigación	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Leche	21
2.2.2. Leche Fermentada.....	22
2.2.3. Tipos de leches fermentadas.....	23
2.2.4. Yogur firme	25
2.2.5. Estabilizantes.	28
2.2.6. Almidón	30
2.2.7. Papa	32
2.2.8. Papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>)	33
2.2.9. Almidón de papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>).....	36

2.2.10. Extracción de almidón de papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>)	39
2.2.11. Modificación de almidón de papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>)	39
2.2.12. Métodos de conservación.....	40
III. METODOLOGÍA.....	43
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	43
3.1.1. Enfoque	43
3.1.2. Tipo de Investigación	43
3.2. HIPÓTESIS	44
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	44
3.3.1. Definición de variables.....	44
3.3.2. Operalización de las variables	45
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	46
3.4.1. Descripción del proceso de extracción de almidón de papa chaucha.....	46
3.4.2. Descripción del proceso de modificación del almidón de papa chaucha.....	48
3.4.3. Descripción de la elaboración de yogur firme.....	51
3.4.4. Análisis Físicoquímico.....	52
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	60
3.5.1. Diseño Experimental	60
3.5.2. Formulaciones.....	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1. RESULTADOS.....	63
4.1.1 Determinación de rendimiento de extracción y modificación de almidón de papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>).....	63
4.1.2. Análisis Físicoquímico del Yogur Firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>).....	64

4.1.3. Análisis Reológico del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (<i>Solanum Phureja</i>).....	75
4.1.4. Análisis Microbiológico del Yogur Firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (<i>Solanum Phureja</i>).....	78
4.2. DISCUSION	80
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1. CONCLUSIONES.....	86
5.2. RECOMENDACIONES	87
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
VII. ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de yogur firme.....	27
Tabla 2. Variedades representativas de papa.....	33
Tabla 3. Composición nutricional de papa chaucha.....	35
Tabla 4. Parte estructural de papa chaucha.....	36
Tabla 5. Partes estructurales del almidón de papa chaucha.....	37
Tabla 6. Tipos de modificación de almidón de papa chaucha.....	40
Tabla 7. Modificación química de almidón de papa chaucha.....	40
Tabla 8. Métodos de conservación de alimentos.....	41
Tabla 9. Operalización de variables.....	45
Tabla 10. Factor A y B con sus respectivos tratamientos en la investigación. .	61
Tabla 11. Formulación de yogur firme.....	61
Tabla 12. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de Proteínas.	64
Tabla 13. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Proteína.	65
Tabla 14. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis Sólidos Solubles Totales.....	66
Tabla 15. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Sólidos Solubles Totales.....	67
Tabla 16. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de pH.	69
Tabla 17. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de pH.....	70
Tabla 18. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de Acidez Titulable.....	71
Tabla 19. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Acidez Titulable.....	72
Tabla 20. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de Sinéresis.	73
Tabla 21. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Sinéresis.	74
Tabla 22. Análisis de Varianza ANOVA para Análisis de Viscosidad Aparente.	76
Tabla 23. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Viscosidad Aparente.	77
Tabla 24. Resultados de Análisis Microbiológico realizado en Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum Phureja)	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Yogur Firme	25
Figura 2. Papa Chaucha.....	34
Figura 3. Amilosa en almidón de papa chaucha.	38
Figura 4. Amilopectina de almidón de papa chaucha.	39
Figura 5. Proceso de extracción vía húmeda de almidón de papa chaucha	46
Figura 6. Proceso de modificación de almidón de papa chaucha vía química	48
Figura 7. Proceso de elaboración de yogur firme	51
Figura 8. Resultado de Análisis de Proteína del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum phureja).	66
Figura 9. Resultados del Análisis de Sólidos Solubles Totales del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum Phureja).	68
Figura 10. Resultados del Análisis de pH del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum Phureja).....	70
Figura 11. Resultados del Análisis de la Acidez Titulable del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum Phureja).	73
Figura 12. Resultados del Análisis de Sinéresis del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum Phureja).....	75
Figura 13. Resultado de Análisis de Viscosidad Aparente del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (Solanum Phureja).	77
Figura 14. Extracción de almidón de papa chaucha (Solanum Phureja).	98
Figura 15. Elaboración del yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (Solanum Phureja).	98
Figura 16. Medio de cultivo para la elaboración de yogur firme.	98
Figura 17. Almacenamiento de yogur firme en el día 0.	99
Figura 18. Análisis de pH en T1 en el día 0.	99

Figura 19. Determinación de pH en T2 en el día 10.....	99
Figura 20. Determinación de pH en T3 en el día 20.....	100
Figura 21. Potenciómetro para evaluar pH en yogur firme.	100
Figura 22. Análisis de Sólidos Solubles Totales para T2 en el día 20.	100
Figura 23. Análisis de Sólidos Solubles Totales en T1 y T3 en el día 10.....	101
Figura 24. Análisis de Sólidos Solubles Totales para T3 en el día 20.	101
Figura 25. Análisis de Sinéresis por medio de Centrifugación.....	101
Figura 26. Resultados de Sinéresis para T0 en el día 10.	102
Figura 27. Digestión de muestras por método de Kjeldahl para análisis de proteína.....	102
Figura 28. Destilador de nitrógeno del método de Kjeldahl para análisis de proteína.....	102
Figura 29. Destilador de Amoniaco para análisis de proteína.	103
Figura 30. Esterilización de materiales de laboratorio vía húmeda.	103
Figura 31. Esterilización de materiales de laboratorio vía seca.....	103
Figura 32. Preparación de las muestras para análisis microbiológico.	104
Figura 33. Incubación de muestras de E. coli, Coliformes Totales, Mohos y Levaduras.....	104
Figura 34. Recuento de E. Coli en yogur firme.....	104
Figura 35. Recuento de Coliformes Totales en yogur firme.	105
Figura 36. Recuento de Mohos y Levaduras en yogur firme.	105
Figura 37. Presencia de sinéresis en el día 35.....	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa.....	96
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	97
Anexo 3. Evidencias Fotográficas	98

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la calidad del yogur firme, este producto lácteo, ampliamente consumido a nivel internacional, enfrenta el problema de la sinéresis, fenómeno que compromete su estabilidad y textura. El estudio se fundamenta en antecedentes que demuestran la utilidad de almidones modificados como estabilizantes naturales capaces de mejorar la consistencia, reducir la sinéresis y aportar valor funcional. La papa chaucha cultivada en zonas andinas constituye una fuente alternativa de almidón con alto contenido de amilosa y amilopectina, lo que confiere propiedades de absorción de agua, gelificación y estabilidad. La modificación química por acetilación incrementa su solubilidad y favorece su aplicación en matrices lácteas. La extracción de almidón se realizó por vía húmeda, con un rendimiento del 15%, mientras que el proceso de acetilación alcanzó un porcentaje de 1.01%. En la elaboración de yogur firme se analizaron 24 tratamientos por tres repeticiones en un periodo de 35 días de refrigeración. El análisis estadístico permitió identificar el mejor porcentaje de adición correspondiendo a los tratamientos con 2% de almidón modificado, en los parámetros fisicoquímicos, estos tratamientos alcanzaron lo siguiente: para proteína un valor de $4.13\% \pm 0.0056\%$, para sólidos solubles totales de $18\% \pm 0.0227\%$, para pH de 4.45 ± 0.1958 , para acidez de $0.75\% \pm 0.0004\%$ y para sinéresis se mantuvo un valor de $29.11\% \pm 0.0687\%$, en el parámetro reológico la viscosidad aparente fue de $3.48 \text{ Pa}\cdot\text{s} \pm 0.3055 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, en los parámetros microbiológicos mostraron ausencia para *Escherichia Coli*, para *Coliformes Totales* de $6 \text{ ufc/g} \pm 1.987 \text{ ufc/g}$, para *Mohos* y *Levaduras* de $42 \text{ ufc/g} \pm 5.824 \text{ ufc/g}$, desde el día 0 hasta el día 35 respectivamente, los cuales cumplen con cada normativa vigente (NTE INEN 1529) en el yogur firme.

Palabras Claves: yogur firme, sinéresis, almidón modificado, papa chaucha, estabilizante.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the stabilizing effect of modified chaucha potato starch (*Solanum phureja*) on the quality of firm yogurt. This dairy product, widely consumed internationally, faces the problem of syneresis, a phenomenon that compromises its stability and texture. The study is based on evidence demonstrating the usefulness of modified starches as natural stabilizers capable of improving consistency, reducing syneresis, and providing functional value. The chaucha potato, grown in Andean regions, is an alternative source of starch with a high amylose and amylopectin content, which confers water absorption, gelling, and stability properties. Chemical modification by acetylation increases its solubility and favors its application in dairy matrices. Starch extraction was performed using a wet process, with a yield of 15%, while the acetylation process reached a percentage of 1.01%. In the production of firm yogurt, 24 treatments were analyzed in three replicates over a 35-day refrigeration period. Statistical analysis identified the best addition percentage corresponding to treatments with 2% modified starch. In terms of physicochemical parameters, these treatments achieved the following: for protein, a value of $4.13\% \pm 0.0056\%$; for total soluble solids, $18\% \pm 0.0227\%$; for pH, 4.45 ± 0.1958 ; for acidity $0.75\% \pm 0.0004\%$, and for syneresis a value of $29.11\% \pm 0.0687\%$ was obtained. In the rheological parameter, the apparent viscosity was $3.48 \text{ Pa}\cdot\text{s} \pm 0.3055 \text{ Pa}\cdot\text{s}$. In the microbiological parameters, there was an absence of *Escherichia coli*, Total Coliforms of $6 \text{ cfu/g} \pm 1.987 \text{ cfu/g}$, Molds and Yeasts of $42 \text{ cfu/g} \pm 5.824 \text{ cfu/g}$, from day 0 to day 35, respectively, which comply with each current regulation (NTE INEN 1529) for firm yogurt.

Keywords: firm yogurt, syneresis, modified starch, chaucha potato, stabilizer.

INTRODUCCIÓN

El yogur firme constituye uno de los productos lácteos de mayor aceptación en el mercado internacional, debido a su valor nutricional, su aporte de microorganismos probióticos y su versatilidad en la dieta cotidiana. Sin embargo, la industria láctea enfrenta un desafío técnico recurrente; la sinéresis, fenómeno que se manifiesta como la separación del suero respecto a la fase sólida, afectando la textura, estabilidad y aceptación sensorial de este producto. Este problema limita la calidad y competitividad del yogur firme, generando la necesidad de incorporar estabilizantes que garanticen su consistencia y prolonguen su vida útil.

En este contexto, el uso de almidones modificados se ha consolidado como una alternativa tecnológica eficaz, capaz de mejorar las propiedades reológicas y funcionales de los alimentos (Albán, 2021). Particularmente, el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*), es un recurso autóctono de la región andina, presenta características estructurales que lo convierten en un insumo potencial para la industria alimentaria. Su modificación química mediante procesos como la acetilación incrementa la solubilidad y estabilidad, favoreciendo su aplicación en productos lácteos y ofreciendo una opción natural frente a los estabilizantes sintéticos.

En el presente estudio se orienta a evaluar el efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la calidad del yogur firme, considerando parámetros fisicoquímicos, reológico, microbiológicos, el cual busca no solo aportar soluciones técnicas a la problemática de la sinéresis, sino también promover el aprovechamiento de recursos locales, fortaleciendo la sostenibilidad y la innovación en la industria láctea ecuatoriana.

De esta manera, se inscribe en una línea de investigación que integra ciencia, tecnología y desarrollo regional, con el propósito de generar un producto lácteo, de mayor calidad, aceptación y valor agregado para los consumidores.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mendoza, et al. (2021), manifiestan que la sinéresis en el yogur firme representa un desafío técnico en la industria láctea, que puede llegar a afectar la estabilidad del producto y la satisfacción del consumidor. Esto se refiere que la sinéresis es la separación de la parte líquida con la parte sólida del yogur firme, es decir, en la superficie se ve sobrenadar una cantidad variable de suero que tendría que haber permanecido incorporado en el coágulo de yogur firme, la cual se produce por una red estructural débil.

Según Cardenas, et al. (2013), la causa más frecuente suele ser el movimiento o agitación durante la fase de incubación y fermentación que da lugar a la fractura del coagulo que ya se había formado llamado fase de desuerado. En este sentido, puede afectar en la viscosidad y en el sabor del yogur, ya que puede dar lugar a un sabor más ácido y así no será apetecible para el consumidor. Las causas más frecuentes son los escasos niveles de proteína en la leche con la que se elabora el producto, por el tratamiento térmico, la homogeneización deficiente, la temperatura de incubación, destrucción del coagulo durante la acidificación y un pH elevado de 4.8.

Para Haydeé, et al. (2012), la primera fase de la sinéresis consiste en la compactación de la estructura interna del yogur, esta estructura está formada por una red tridimensional de moléculas como proteínas o polisacáridos, que inicialmente retienen agua en sus espacios. Cuando se producen cambios físicos y químicos como la disminución del pH, el aumento de temperatura, o la acción de microorganismos, esta red se reorganiza y se vuelve más densa dando como resultado que se reduce la capacidad para mantener el agua atrapada, lo que prepara la expulsión del líquido hacia la superficie. Una vez que la red se ha contraído, comienza la segunda fase que es la liberación del líquido retenido, el cual consiste en que el agua o suero que estaba atrapado en la matriz ya no puede mantenerse en su lugar y migra hacia

la superficie. Este fenómeno se manifiesta como una separación visible entre la fase sólida (yogur) y la fase líquida (el suero). En esta fase, se observa una capa de líquido en la parte superior del envase, lo que puede afectar la textura, la apariencia y la aceptación del consumidor. Por lo que, estas fases son clave para interpretar parámetros como la estabilidad y la viscosidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la adición de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la sinéresis del yogur firme?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El almidón de papa es indispensable en la industria alimentaria debido a sus múltiples aplicaciones como espesante para salsas, aglutinante en las harinas de pastel, masas, galletas y helado (Molina y Coyago, 2022). En este sentido, se utiliza como estabilizante en productos lácteos como yogures y salsas como mayonesas, para evitar la separación de fases y extender la vida útil. De igual manera, en la confitería, sirve como gelificante para la elaboración de gominolas, caramelos y malvaviscos, aportando la textura deseada. Su capacidad para mejorar la consistencia, estabilidad y apariencia lo convierte en un aditivo esencial y natural valorado para optimizar la calidad y aceptación de cada producto, además, incluyendo mejoras en la salud digestiva, regulación de azúcar en la sangre constituyéndose como una fuente de energía que aporta en el organismo, por lo que su composición está formada por partículas de glucosa. Además, puede proveer otros beneficios como la prevención del cáncer de colon, mayor nutrición, estimulación del sistema inmune, efecto laxante y buena absorción de glucosa (Vaca, 2020).

El desarrollo de un yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*) responde a las necesidades de los consumidores que buscan priorizar su salud nutricional, ya que este ingrediente natural permite tener una funcionalidad diferente en el producto lácteo, especialmente para aquellas personas que evitan el consumo de estabilizantes sintéticos, siendo estos niños, jóvenes, adultos y adultos mayores. Así mismo, el público interesado en mejorar su digestión y la compra de un producto agradable, al utilizar el almidón modificado como estabilizante genera una alternativa sostenible alineada con el uso y valorización de los ingredientes autóctonos de la zona, siendo más atractivo para la población.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto estabilizante de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en la calidad del yogur firme.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento de extracción del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) por el método extracción vía húmeda.
- Evaluar el porcentaje de acetilación de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) para obtención de almidón modificado.
- Analizar el efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en el yogur firme a bajas temperaturas de refrigeración.
- Analizar las propiedades fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas del yogur firme.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el rendimiento de extracción vía húmeda del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)?
- ¿Cuál es el porcentaje de acetilación de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)?
- ¿Cómo actúa el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) como estabilizante en yogur firme a bajas temperaturas?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos, reológicos y microbiológicos que caracterizan al yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*)?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Figueroa & España, (2010) evaluaron la obtención de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) mediante un proceso de extracción húmedo. El método permitió rendimientos de 12% a 18% en base seca y generó un almidón con alto contenido de amilosa y amilopectina, lo que destacan a la papa chaucha como una fuente alternativa de almidón para productos alimenticios con textura controlada.

Bustos, et al. (2019) evaluaron la incorporación de almidón de papa andina y chuño modificado como estabilizantes en yogur elaborado con leche descremada restablecida al 10% (p/v). Se formularon tres tipos de yogur con una concentración final de 2.5% (p/v) de almidón, comparados con un yogur de control sin adición de almidón. Los resultados mostraron que el yogur con chuño no presentó diferencias significativas frente al yogur de control hasta el día 7; sin embargo, a partir del día 14 el yogur de control incrementó la sinéresis, mientras que la adición de almidón de papa nativa mantuvo la estabilidad hasta el final del ensayo.

Mendoza-Navarro, et al. (2007) evaluaron el uso de almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) como estabilizante en yogur entero tipo batido. Se diseñaron cinco tratamientos: tres con almidón en concentraciones de 0.4%, 0.5% y 0.6%; uno con estabilizante comercial ITAL 1000Y al 0.3%; y un yogur de control sin adición de almidón. Los resultados obtenidos fueron que las concentraciones de 0.5% y 0.6% de almidón redujeron la sinéresis y mantuvieron una textura homogénea. El estabilizante comercial también mejoró la estabilidad, aunque los efectos del almidón de ñame espino fueron comparables, especialmente en las concentraciones más altas.

Chapa-Navarro, et al. (2015) analizaron un yogur de control sin almidón parcialmente modificado y dos formulaciones experimentales, evaluando propiedades reológicas, microestructurales. Se aplicaron técnicas fisicoquímicas, estructurales bajo condiciones controladas de elaboración y almacenamiento. Los resultados demostraron que la adición de almidón modificado incrementó la viscosidad y la consistencia, redujo la sinéresis y favoreció una textura más cremosa y homogénea en comparación con el yogur de control, mejorando así la estabilidad del producto.

Vásquez, (2016) evaluó la incorporación de almidones modificados, tanto químicos como físicos en yogur entero a concentraciones de 1% y 3% (p/v), además de un tratamiento con estabilizante comercial y un yogur de control sin adición de almidón. Los resultados evidenciaron que los almidones incrementaron la viscosidad y la consistencia, generando una textura más firme y cremosa. Así mismo, se determinó una reducción significativa de la sinéresis, especialmente con almidón químicamente modificado, lo que favoreció la estabilidad del gel y la retención de agua. A nivel microestructural, los yogures con almidón presentaron una red proteica más compacta y homogénea.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Leche

La leche es un fluido biológico secretado por las glándulas mamarias de los mamíferos, cuya función primaria es nutrir a las crías durante las primeras etapas de vida. En el ámbito alimentario, la leche de vaca es la más consumida a nivel mundial, aunque también se aprovechan otras especies como cabras, ovejas y búfalas. Desde el punto de vista composicional, la leche es una emulsión de agua, compleja de grasas en una solución acuosa que contiene proteínas, lactosa, minerales y vitaminas. Su contenido promedio incluye aproximadamente un 87% de agua, 3.5% de grasa, 3.2% de proteínas (principalmente caseína y proteína del suero), 4.8% de lactosa y 0.7% de minerales como calcio, fósforo, potasio, entre otros (Escalante, 2024).

La leche es considerada un alimento completo por su alto valor biológico, especialmente por su aporte de calcio, esencial para la formación y mantenimiento de huesos y dientes, así como por su contenido de vitaminas A, D, B2 y B12. También, las proteínas lácteas poseen un perfil de aminoácidos

esenciales que favorece el crecimiento y la regeneración celular. En la industria alimentaria, es la materia prima para una amplia gama de productos derivados como quesos, yogures, mantequilla, crema y leche en polvo. Para garantizar su inocuidad, para ser destinada al consumo humano se somete a tratamientos térmicos como la pasteurización o la Ultrapasteurización, que eliminan microorganismos patógenos sin alterar significativamente su valor nutricional (Akgul, 2020).

En Ecuador, la producción de leche se concentra principalmente en la región Sierra, que aporta alrededor del 78% del total nacional, alcanzando en 2024 aproximadamente 5,3 millones de litros diarios con más de 519.000 vacas ordeñadas, un rendimiento promedio de 7.9 litros por vaca al día y un valor económico superior a los 1.800 millones de dólares anuales, impulsado por provincias andinas como: Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo. En la provincia del Carchi, ubicada en la frontera norte y parte de esta región, la producción diaria se estima en unos 285.000 litros según datos de (INEC, 2025), posicionándola entre las 10 provincias líderes a nivel nacional, con un rol clave en la ganadería lechera gracias a sus condiciones agroclimáticas favorables y pastos naturales. Esta actividad genera empleo rural significativo y constituye a la seguridad alimentaria, aunque enfrenta desafíos como fluctuaciones en precios y competitividad.

2.2.2. Leche Fermentada

La leche fermentada, también llamada cultivada, es un producto lácteo obtenido mediante la acción de bacterias acidolácticas. Estas bacterias se añaden intencionalmente para inducir una fermentación controlada. Durante este proceso, se genera una reacción química específica que transforma los componentes originales del alimento. El resultado tiene características diferentes como sabor, textura y composición. El producto final depende del tipo de microorganismos utilizados. Además, influyen las condiciones del proceso, como temperatura y tiempo de fermentación. Este método permite obtener alimentos con propiedades funcionales y beneficios para la salud (Cadena, 2024).

2.2.2.1. Beneficios de leche fermentada

Según Fontecha, et al. (2021), el consumo de leche fermentada aporta diversos beneficios para la salud física y mental, gracias a los efectos positivos de las bacterias probióticas utilizadas en su elaboración. Contribuyen a mantener un equilibrio saludable en la microbiota intestinal, lo que favorece una digestión más eficiente. Así mismo, durante el proceso de fermentación facilita la absorción de minerales esenciales como el calcio y el fósforo. En efecto, es importante su bajo contenido de lactosa, lo que la convierte en una opción adecuada para personas con intolerancia a este azúcar. Finalmente, las bacterias beneficiosas presentes fortalecen el sistema inmunológico, contribuyendo a una mejor respuesta del organismo frente a agentes patógenos.

2.2.3. Tipos de leches fermentadas

Las leches fermentadas son productos lácteos obtenidos mediante la acción de bacterias acidolácticas, principalmente *Lactobacillus* y *Streptococcus*, que transforman la lactosa en ácido láctico.

2.2.3.1. Yogur

El yogur es un producto lácteo de alta densidad nutricional, que se obtiene mediante la fermentación de la leche por microorganismos específicos. Este proceso, conocido como fermentación láctica, se realiza principalmente por la acción de *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*, bacterias acidolácticas que transforman los componentes de la leche en compuestos más simples y funcionales. La actividad metabólica de estos microorganismos genera ácido láctico, lo que modifica el pH del medio contribuye a la conservación del producto, además de mejorar su digestibilidad (Carriño, 2025).

Desde el punto de vista nutricional y funcional, es considerado un alimento probiótico, ya que contiene microorganismos vivos que, al ser ingeridos en cantidades adecuadas, pueden conceder beneficios a la salud del consumidor. Entre los efectos más destacados se encuentra la regulación de la flora intestinal, la mejora del tránsito digestivo y el fortalecimiento del sistema inmunológico (Sálazar, 2020).

Los yogures se clasifican principalmente por su preparación y su textura los cuales tenemos lo siguientes como: yogur batido, kéfir, yogur griego y yogur firme.

2.2.3.1.1. Yogur Batido

El yogur batido es una variedad del yogur tradicional que se distingue por su textura ligera, esponjosa y aireada, similar a la de una crema batida. Esta característica se logra mediante un proceso tecnológico que incorpora aire al producto, modificando su estructura física sin alterar significativamente sus propiedades básicas. La elaboración comienza con la fermentación en tanques con revestimiento, donde se desarrollan las bacterias lácticas responsables del proceso. Una vez finalizada la fermentación, el producto se somete a una fase de mezcla en la que se incorporan frutas, aromas y otros ingredientes, seguido de un enfriamiento controlado antes del envasado. Aunque sigue siendo una fuente importante de calcio y proteínas, su contenido nutricional puede verse ligeramente reducido debido al mayor volumen de aire incorporado durante el batido (Olmos, 2024).

2.2.3.1.2. Kéfir

El kéfir es una bebida fermentada de origen indoeuropeo, tradicionalmente elaborada en las regiones montañosas del Cáucaso, que ha ganado reconocimiento por sus propiedades funcionales y beneficios para la salud. Su preparación se basa en la fermentación mediante nódulos o gránulos de kéfir, una matriz asociante compuesta por caseína coagulada y diversas especies de levaduras. Estos gránulos tienen una apariencia gelatinosa, similar a la coliflor, y actúan como agentes fermentadores naturales (Guevara, 2024).

Durante el proceso de fermentación, los microorganismos presentes en los gránulos transforman la lactosa en ácido láctico, dióxido de carbono y compuestos bioactivos, lo que da lugar a una bebida ligeramente ácida, efervescente y rica en probióticos. Según Juzdado, (2018), menciona que se han identificado entre 30 y 60 cepas distintas de bacterias y levaduras en kéfir tradicional, lo que lo convierte en una de las matrices fermentadas más complejas desde el punto de vista microbiológico.

2.2.3.1.3. Yogur Griego

El yogur griego es una variante del yogur tradicional que se caracteriza por su textura espesa, cremosa y densa. Esta propiedad se obtiene mediante un proceso de colado que permite eliminar el suero de la leche, lo que concentra los sólidos lácteos y reduce el contenido de lactosa. A diferencia del yogur convencional o tradicional, que presenta una consistencia más líquida y un sabor ácido más pronunciado, el yogur griego ofrece una textura firme y un perfil sensorial más suave. Su composición nutricional destaca por un alto contenido de proteínas, calcio, potasio, magnesio, vitamina A y vitaminas del complejo B. Así mismo, debido a la eliminación del suero, contiene una menor cantidad de carbohidratos y azúcares, lo que lo convierte en una opción adecuada para dietas con control glucémico o necesidades proteicas elevadas (Medina, 2023).

2.2.4. Yogur firme

En la figura 1 se observa un envase de yogur firme, caracterizado por una superficie compacta y de textura cremosa.



Figura 1. Yogur Firme
Fuente: (Luján, 2023)

El yogur firme se distingue por su textura compacta y estable, en contraste con otras presentaciones como el yogur líquido o batido, cuya consistencia es más fluida. Esta propiedad se debe al método de fermentación utilizado, en el cual la leche inoculada se fermenta directamente en el envase final destinado al consumo. Este proceso, conocido como fermentación estática, evita la

agitación mecánica posterior, permitiendo que el producto conserve una estructura más sólida y uniforme.

Durante la fermentación, las bacterias como *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* transforman la lactosa en ácido láctico, lo que reduce el pH y genera una coagulación de las proteínas lácteas. Este fenómeno contribuye tanto al sabor ácido característico como a la firmeza. También la fermentación en envase mejora la estabilidad microbiológica, ya que minimiza el riesgo de contaminación cruzada durante el proceso de envasado. Desde el punto de vista sensorial y funcional, el yogur firme ofrece ventajas en términos de conservación, presentación y aceptación por parte del consumidor. Su textura densa lo hace ideal para aplicaciones culinarias y dietas que requieren mayor saciedad. Además, el mantener el suero natural, conserva una buena proporción de nutrientes como calcio, proteínas y vitaminas del complejo B. Ortega, et al. (2024).

2.2.4.1 Composición nutricional del yogur firme

El yogur firme es un producto lácteo fermentado que conserva una estructura compacta y estable, resultado de su fermentación directa en envase. Esta técnica permite mantener la integridad de los cultivos lácticos y minimizar la pérdida de nutrientes durante el procesamiento. Desde el punto de vista nutricional, el yogur firme se caracteriza por su elevado contenido de proteínas de alto valor biológico, calcio biodisponible, y vitaminas liposolubles e hidrosolubles, como la vitamina A, B12 y D. Además, al no ser batido ni diluido, presenta una mejor proporción de agua y suero, lo que concentra los sólidos lácteos y reduce el contenido de carbohidratos y azúcares. Esta composición lo convierte en una opción adecuada para personas con requerimientos proteicos elevados, intolerancia leve a la lactosa o que buscan alimentos con mayor saciedad y densidad nutricional (Castro, 2020).

En la tabla 1 se presenta la composición nutricional del yogur firme, detallando la cantidad de cada nutriente y valor diario recomendado.

Tabla 1. Composición nutricional de yogur firme

Nutriente	Cantidad aproximada	% Valor Diario (VD)
Energía	70 kcal	4%
Proteínas	7.7 g	10%
Carbohidratos totales	9.8 g	3%
Azúcares naturales	7.9 g	-
Grasas totales	0.5 g	-
Calcio	245 mg	25%
Sodio	111 mg	5%
Vitamina A	179 µg	30%
Vitamina B12	0.91 µg	38%
Vitamina D	1.6 µg	32%
Ácido Fólico	53 µg	22%

Nota: Valores basados en una dieta de 2000kcal. Pueden variar según la marca y el tipo de leche utilizada.

Fuente: (Castro, 2020)

2.2.4.2. Problemáticas industriales del yogur firme.

Las principales problemáticas industriales en la producción de yogur firme incluyen la sinéresis, que causa separación del suero y afecta la textura y estabilidad sensorial debido a bajos sólidos no grasos, agitación excesiva o homogeneización deficiente. Otras deficiencias comunes son baja viscosidad y firmeza de gel por leche de mala calidad, tratamiento térmico insuficiente, dosis inadecuadas de cultivos o estabilizantes, y presencia de inhibidores como residuos de antibióticos que alteran la fermentación. Además, se observan mermas elevadas en etapas como recepción de leche y envasado, exceso de almidón o bajo contenido proteico en productos no conformes, y riesgo microbiológicos por mohos, levaduras o bacteriófagos que reducen la vida útil. (Alemna, et al. (2019).

2.2.4.3. Resolución de las problemáticas industriales del yogur firme.

Para resolver las problemáticas industriales del yogur firme se optimiza el proceso, el cual incluye la pasteurización adecuada, homogeneización eficiente, incubación a 42°C, minimizar agitación y bombeo por encima de pH 4.6 y rotar cultivos para prevenir fagos con desinfección estricta. Incorporar estabilizantes naturales como pectina, gelatina, goma gellan o almidones modificados que fortalecen la matriz proteica, retiene la humedad, mejora la textura y firmeza, reduce la separación de suero y extiende la vida útil sin alterar el sabor. (Martínez L. , 2024).

2.2.5. Estabilizantes.

Los estabilizantes en la producción de yogur firme son aditivos funcionales que previenen la sinéresis, mejoran la viscosidad, textura y estabilidad del gel proteico al retener agua, forman redes gelificantes y fortalecen las interacciones con caseínas (Espinoza, 2025). Estos se disuelven en leche pasteurizada, con concentraciones optimizadas por reología (Viscosímetros Brookfield), asegurando conformidad con normativas como Codex Alimentarius (máximo 0.5% estabilizantes por litro), combinaciones como pectina-gellan logran sinergia para yogures “set” con vida útil extendida hasta 30 días.

2.2.5.1. Tipos de estabilizantes

Los estabilizantes para yogur firme se clasifican en hidrocoloides, proteínas y almidones, cada uno con funciones específicas para prevenir la sinéresis y mejorar la textura.

2.2.5.1.1. Hidrocoloides

Los hidrocoloides constituyen un amplio y heterogéneo grupo de sustancias poliméricas, principalmente polisacáridos y algunas proteínas, caracterizados por su elevada afinidad con el agua.

2.2.5.1.1.1. Pectina

La pectina es un polisacárido natural presente en la pared celular de frutas y vegetales, especialmente abundante en cítricos y manzanas, su estructura está formada principalmente por cadenas de ácido galacturónico parcialmente esterificado, lo que le confiere propiedades gelificantes y estabilizantes ampliamente aprovechadas en la industria alimentaria.

2.2.5.1.1.2. Carragenina

La carragenina es un polisacárido natural extraído de diversas especies de algas rojas (*Rhodophyceae*), ampliamente utilizado en la industria alimentaria por sus propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes, su estructura está formada por unidades repetitivas de galactosa y anhidrogactosa sulfatadas, lo que le confiere una alta capacidad de interactuar con proteínas y formar geles en presencia de cationes como potasio y calcio.

2.2.5.1.1.3. Goma Xantana

La goma xantana es un polisacárido extracelular producido por la fermentación de carbohidratos (glucosa o sacarosa) mediante la acción de la bacteria *Xanthomonas Campestris*, su estructura está formada por una cadena principal de glucosa con ramificaciones de manosa y ácido glucurónico, lo que le confiere una alta capacidad de hidratación y estabilidad en soluciones acuosas, además, es utilizada ampliamente como estabilizante, espesante y agente suspensor en la industria alimentaria.

2.2.5.1.1.4. Goma gellan

La goma gellan es un polisacárido de origen microbiano producido por la fermentación de carbohidratos mediante la bacteria *Sphingomonas Elodea*, se caracteriza por su capacidad de formar geles transparentes, firmes y estables en presencia de cationes como calcio, magnesio o potasio, lo que convierte en hidrocoloide versátil y ampliamente utilizado como gelificante, espesante y estabilizante en la industria alimentaria.

2.2.5.1.2. Proteicos

Los estabilizantes proteicos son compuestos utilizados para preservar la estructura y funcionalidad de las proteínas en alimentos, su acción evita fenómenos como la desnaturalización, agregación o sinéresis, que afectan la textura y viscosidad en matrices como yogur y otros derivados lácteos.

2.2.5.1.2.1. Gelatina

La gelatina es una proteína obtenida a partir de la hidrolisis parcial del colágeno presente en tejidos animales, principalmente piel, huesos y cartílagos, su estructura está compuesta por cadenas polipeptídicas que, al disolverse en agua caliente y enfriarse posteriormente, forman una red tridimensional capaz de atrapar agua, generando un gel transparente y elástico, de igual manera, es utilizada ampliamente como gelificante, estabilizante y agente texturante en la industria alimentaria.

2.2.5.1.3. Almidones modificados

Los almidones modificados naturales se obtienen de fuentes vegetales como papa, maíz o tapioca mediante procesos químicos controlados que alteran su estructura molecular para mejorar propiedades funcionales, sin perder su origen

natural, y son ampliamente usados como estabilizantes en yogur firme para reducir la sinéresis y elevar la viscosidad. (Acevedo, 2023).

2.2.6. Almidón

El almidón es un polisacárido de reserva ampliamente distribuido en la naturaleza, presente en cereales, tubérculos, raíces y algunas frutas. Está constituido principalmente por dos fracciones que son amilosa y amilopectina, cuyas proporciones varían según la fuente vegetal. (Academia Lab, 2025). Desde el punto de vista tecnológico, el almidón cumple un papel fundamental como espesante, gelificante y estabilizante en la industria alimentaria, durante el proceso de gelatinización, las moléculas de almidón absorben agua y se hinchan al ser sometidas a calor, lo que genera un aumento de viscosidad y la formación de una estructura semisólida. Posteriormente, puede ocurrir la retrogradación, fenómeno en el cual las cadenas de glucosa se reorganizan, provocando cambios en la textura y estabilidad del producto.

2.2.6.1. Tipos de almidón

El almidón, como polisacárido de reserva vegetal, puede clasificarse en diferentes tipos según su origen y grado de modificación. Esta clasificación resulta fundamental para comprender sus propiedades y aplicaciones en la industria alimentaria, especialmente en productos lácteos fermentados como el yogur. Por su grado de modificación tenemos los siguientes:

2.2.6.1.1. Almidón nativo

Es el almidón extraído directamente de fuentes vegetales como cereales (maíz, trigo, arroz), tubérculos (papa, yuca) y raíces (ñame, arracacha). Se caracteriza por conservar su estructura natural, con limitaciones tecnológicas como baja solubilidad en agua fría, tendencia a la retrogradación y sinéresis en sistemas acuosos, su uso en alimentos es limitado, aunque puede emplearse como espesante en formulaciones simples.

2.2.6.1. 2. Almidón modificado físicamente

Se obtiene mediante procesos mecánicos o térmicos (calor, presión, extrusión) que alteran la estructura granular sin modificar su composición química. Estos almidones presentan mayor solubilidad, mejor capacidad de hinchamiento y estabilidad frente a variaciones de temperatura. Son útiles en productos que

requieren texturas más homogéneas y mayor resistencia durante el almacenamiento.

2.2.6.1.3. Almidón modificado enzimáticamente

Se obtiene de la acción de enzimas específicas que hidrolizan o reorganizan las cadenas de glucosa, este tipo de modificación genera almidones con propiedades funcionales particulares, como mayor digestibilidad, capacidad de formar geles suaves o producción de maltodextrinas. En yogures y otros productos fermentados, contribuye a mejorar la textura y puede aportar beneficios nutricionales.

2.2.6.1.4. Almidón modificado químicamente

Se produce mediante reacciones químicas controladas (oxidación, acetilación, fosforilación, entre otras) que introducen grupos funcionales en la molécula de glucosa, estas modificaciones mejoran la estabilidad frente a cambios de pH, temperatura y procesos de congelación, descongelación. En la industria láctea, permiten reducir la sinéresis y aumentar la viscosidad, garantizando una textura cremosa y estable (Sikorska, 2023).

El almidón se encuentra ampliamente distribuidos en la naturaleza y su origen determina en gran medida sus propiedades fisicoquímicas y funcionales, la fuente vegetal de extracción influye en la proporción de amilosa y amilopectina, el tamaño de los gránulos y su comportamiento tecnológico en los alimentos. Su clasificación es la siguiente:

2.2.6.1.5. Almidón de cereales

Sus fuentes principales son el maíz, trigo, arroz y sorgo, la característica principal es que sus gránulos son pequeños o medianos con contenido de amilosa variable del 20% a 30%, además, es ampliamente utilizado en la industria alimentaria como espesante y estabilizante; el almidón de maíz es uno de los más empleados en yogures y postres lácteos por su disponibilidad y bajo costo.

2.2.6.1.6. Almidón de raíces

Sus fuentes principales son ñame, arracacha y achira, la característica principal es que sus gránulos son medianos con buena capacidad de formar geles estables, así mismo, son utilizados como alternativas locales en la elaboración

de productos lácteos y panificación; en yogures, el almidón de ñame ha demostrado ser un estabilizante eficaz.

2.2.6.1.7. Almidón de leguminosas

Sus fuentes principales son frijol, arveja y lenteja, la característica principal es que sus gránulos son pequeños con mayor contenido de amilosa que los tubérculos, lo que le confiere mayor tendencia a la retrogradación, en la industria láctea es menos utilizado pero con potencial en formulaciones funcionales por su aporte de fibra y proteínas.

2.2.6.1.8. Almidón de frutas

Sus fuentes principales son plátano verde y mango inmaduro, la característica principal es que sus gránulos son pequeños con alto contenido de almidón resistente, además, se emplean en productos funcionales por su efecto probiótico y su capacidad de mejorar la textura en alimentos fermentados.

2.2.6.1.9. Almidón de tubérculos

Sus fuentes principales son yuca, camote y papa, la característica principal es que sus gránulos son grandes con alta capacidad de hinchamiento y gelatinización a temperaturas relativamente bajas, su aplicación se emplea en productos que requieren texturas suaves y cremosas; el almidón de papa es reconocido por su capacidad de reducir la sinéresis en yogures y mejorar la consistencia (Carballido, 2021).

2.2.7. Papa

La papa (*Solanum Tuberosum*) es un tubérculo comestible originario de las montañas de los Andes, donde ha sido cultivada desde hace más de 10.000 años, remontándose a las civilizaciones precolombinas como el Imperio Inca. Su domesticación y uso ancestral en América del Sur la convierten en uno de los cultivos más antiguos y culturalmente significativos del continente. En la actualidad, la papa se ha consolidado como un alimento básico a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar entre los cultivos alimentarios más distribuidos, después del maíz, el trigo y el arroz. Su versatilidad culinaria, facilidad de cultivo y valor nutricional han favorecido su expansión global, siendo cultivada en más de 125 países.

Desde el punto de vista fisicoquímico, la papa presenta una composición mayoritaria de agua (aproximadamente 80%), lo que les confiere una textura suave y adaptable a diversas técnicas de cocción. Por lo tanto, se caracteriza por una amplia variedad de formas, tamaños y coloraciones, que van desde tonos blancos, amarillos, rojizos y púrpuras dependiendo del entorno de cultivo (Núñez, 2022).

2.2.7.1. Variedades de papa

La papa es uno de los cultivos más diversos del planeta, con más de 4.000 variedades registradas, muchas de ellas nativas de los Andes. Estas variedades se diferencian por su forma, color de piel, pulpa, textura, sabor, resistencia a enfermedades y usos culinarios. Aunque solo unas pocas decenas se comercializan globalmente, su riqueza genética es clave para la seguridad alimentaria, la adaptación climática y la innovación agrícola.

En la tabla 2 se presentan las variedades de papa, especificando el color de la piel, el color de la pulpa, su uso principal y la región de mayor relevancia para cada una de ellas.

Tabla 2. Variedades representativas de papa

Variedad	Color de piel	Color de pulpa	Uso principal	Región destacada
Yukón Gold	Amarilla	Amarilla	Puré, sopas	Canadá / EE.UU
Russet Burbank	Marrón	Blanca	Horneado, papas fritas	EE.UU
Kennebec	Beige claro	Blanca	Fritura, cocción	América del Norte
Papa negra	Púrpura oscuro	Púrpura	Guisos, coloración	Andes peruanos
Desirée	Roja	Amarilla	Versátil	Europa
Vitelotte	Azul oscuro	Violeta	Gourmet, decoración	Francia
Papa huayro	Amarilla	Amarilla	Cocción tradicional	Perú / Bolivia
Papa chaucha	Amarilla	Amarilla	Cocción rápida	Ecuador / Colombia
Charlotte	Amarilla	Amarilla	Ensaladas	Europa occidental

Fuente: (Morán, 2024)

2.2.8. Papa chaucha (*Solanum phureja*)

En la figura 2 se muestra la variedad de papa chaucha (*Solanum phureja*) conocida comúnmente como papa criolla.



Figura 2. Papa Chaucha.
Fuente: (Víteri, 2020)

La papa chaucha (*Solanum phureja*), también conocida como papa criolla, es una variedad de papa nativa de los Andes y ampliamente cultivada en regiones de Centroamérica y Sudamérica. Esta especie se distingue por su pequeño tamaño, piel de color amarillo con numerosos hoyuelos superficiales, y una pulpa igualmente amarilla de textura harinosa, lo que la hace especialmente apreciada en preparaciones culinarias. Una característica agronómica notable es su capacidad de germinación inmediata tras la cosecha, sin requerir un periodo de dormancia, a diferencia de otras especies de papa. Esta propiedad la convierte en una opción favorable para ciclos de cultivo acelerados y sistemas agrícolas de rotación intensiva, especialmente en climas templados de altitud. Incluso, su perfil nutricional incluye un buen aporte de carbohidratos complejos, vitamina C y antioxidantes naturales (Lema, 2021).

2.2.8.1. Composición nutricional de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La papa chaucha, es un tubérculo andino de pequeño tamaño valorado por su textura harinosa y su rápida cocción. Desde el punto de vista nutricional, se destaca por su alto contenido de carbohidratos complejos, vitamina C, potasio y antioxidantes naturales. Su bajo contenido en grasas y su aporte energético moderado la convierten en un alimento funcional para dietas equilibradas, especialmente en regiones donde constituye un componente de la alimentación.

En la tabla 3 se presentan la composición nutricional de papa chaucha (*Solanum phureja*) detallando cada componente junto con su respectivo valor.

Tabla 3. Composición nutricional de papa chaucha

Componente	Valor aproximado
Energía	98 kcal
Agua	75-78 g
Carbohidratos totales	22.5 g
Azúcares simples	0.5 g
Proteínas	2 g
Grasas totales	0.1 g
Fibra dietética	2.2 g
Vitamina C	18 mg
Potasio	420 mg
Fósforo	55 mg
Calcio	10 mg
Hierro	0.6 mg

Fuente: (Ramírez, 2010)

2.2.8.2. Zona de cultivo de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La papa chaucha es una variedad de papa nativa de los Andes, cultivada principalmente en valles montañosos de América del Sur. Su consumo es ampliamente extendido en países como Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, donde forma parte integral de la alimentación tradicional. Esta especie se distingue por una característica agronómica singular, la ausencia de dormancia en este tubérculo, lo que permite una germinación inmediata tras la cosecha, gracias a esta propiedad puede ser replantada de forma continua en zonas con clima favorable durante todo el año (Montaño, 2024).

2.2.8.3. Parte estructural de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La papa chaucha presenta una estructura morfológica adaptada a los valles andinos, con tubérculos pequeños, redondas y de piel amarilla delgada con numerosos hoyuelos. Su pulpa es amarilla, de textura harinosa, y está compuesta por tejido parenquimatoso rico en almidón. A diferencia de otras especies, *Solanum Phureja* no presenta dormancia postcosecha, lo que permite la germinación inmediata de sus yemas apicales.

En la tabla 4 se describe la parte estructural de la papa chaucha (*Solanum phureja*), especificando cada parte estructural junto con su respectiva descripción técnica.

Tabla 4. Parte estructural de papa chaucha

Estructura	Descripción Técnica
Tamaño de tubérculo	Pequeño (3-6 cm de diámetro)
Forma	Redonda u ovalada
Piel	Amarilla delgada, con hoyuelos superficiales
Pulpa	Amarilla, textura harinosa
Tejido interno	Parénquima con alto contenido de almidón
Yemas apicales	Germinación inmediata
Estolones	Cortos, con raíces fibrosas
Arquitectura foliar	Hojas compuestas, folíolos pequeñas
Floración	Flores blancas o lilas, según variedad

Fuente: (Tapia, 2017).

2.2.9. Almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

El almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) es un polisacárido de reserva que constituye el principal componente energético del tubérculo, representando entre el 15% y el 22% de su peso fresco. Este almidón se encuentra almacenado en los amiloplastos del tejido parenquimatoso, en forma de gránulos de tamaño pequeño a mediano, con morfología ovalada o esférica. Desde el punto de vista funcional, el almidón de *S. phureja* se caracteriza por su alta digestibilidad, bajo contenido de amilosa y excelente capacidad de gelatinización, lo que lo hace ideal para aplicaciones culinarias que requieren cocción rápida y textura suave. Además, su perfil fisicoquímico favorece su uso en la industria alimentaria como espesante natural, agente texturizante, agente estabilizante y fuente de carbohidratos complejos. En comparación con otras especies de papa, el almidón de papa chaucha presenta una menor retrogradación y mayor solubilidad en agua caliente, lo que lo convierte en un insumo valioso para productos instantáneos, papillas, sopas y formulaciones dietéticas (Velásquez, 2016).

2.2.9.1. Partes del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

El almidón de papa chaucha está compuesto por gránulos microscópicos que se almacenan en los amiloplastos del tejido parenquimatoso del tubérculo. Estos gránulos están formados principalmente por dos polisacáridos que son amilosa y amilopectina, cuyas proporciones determinan las propiedades funcionales del almidón, como la gelatinización, viscosidad y digestibilidad. También, el almidón incluye una matriz proteica, trazas de lípidos y minerales que influyen en su comportamiento térmico y estructural durante el procesamiento.

En la tabla 5 se muestra las partes estructurales del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) detallando cada componente junto a su respectiva característica técnica.

Tabla 5. Partes estructurales del almidón de papa chaucha.

Componente	Descripción Técnica
Gránulos de almidón	Unidad básica, forma elevada o esférica, tamaño pequeño (5-25 μ m)
Amilosa	Polisacárido lineal, responsable de la firmeza y retrogradación
Amilopectina	Polisacárido ramificado, aporta viscosidad y gelatinización rápida
Amiloplasto	Organelo vegetal
Matriz proteica	Proteínas asociadas a la superficie del granulo
Traza lípidos	Fosfolípidos y ácidos grasos en baja proporción
Minerales	Presencia de fósforo y calcio

Fuente: (Cáceres, 2009)

2.2.9.2. Amilosa de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La amilosa es uno de los dos polisacáridos principales que conforman el almidón de papa chaucha, junto con la amilopectina. Se trata de una molécula lineal compuesta por unidades de glucosa unidas por enlaces glucosídicos $\alpha(1 \rightarrow 4)$, cuya proporción en esta variedad de papa suele ser relativamente baja, oscilando entre el 18% y el 25% del almidón total. Esta baja concentración de amilosa confiere al almidón propiedades funcionales distintas, como una gelatinización rápida, menor retrogradación y mayor solubilidad en agua caliente. Estas características lo hacen especialmente útil en aplicaciones culinarias que requieren textura suave y cocción acelerada, como papillas, entre otros productos (Cáceres, 2009).

Según Solarte, et al. (2019), menciona que desde el punto de vista estructural, la amilosa influye en la firmeza del gel formado durante el enfriamiento del almidón cocido, y su comportamiento térmico está estrechamente relacionado con la calidad final del producto procesado. El perfil amilosa favorece una digestibilidad elevada y una menor tendencia a formar estructuras resistentes al calor, lo que la convierte en una fuente eficiente de energía rápida disponible.

En la figura 3 se muestra la parte estructural denominada amilosa, presente en el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).

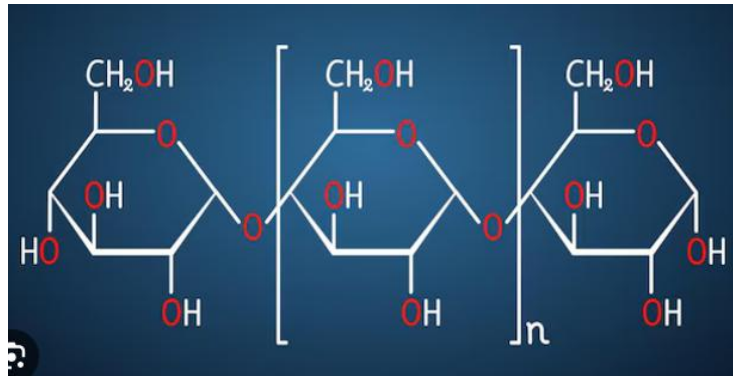


Figura 3. Amilosa en almidón de papa chaucha.
Fuente: (Vega, 2020)

2.2.9.3. Amilopectina en almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La amilopectina es el polisacárido predominante en el almidón de papa chaucha, representando entre el 75% y el 82% de su composición total. Se trata de una molécula altamente ramificada, formada por cadenas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos $\alpha(1 \rightarrow 4)$ y ramificaciones mediante enlaces $\alpha(1 \rightarrow 6)$, lo que le otorga una estructura tridimensional compleja. Esta alta proporción destaca propiedades funcionales como una gelatinización rápida, alta viscosidad y baja retrogradación. Estas características hacen especialmente útil en aplicaciones alimentarias que requieren textura suave, estabilidad térmica y buena dispersión en medios acuosos, como sopas instantáneas, entre otros (Valenzuela F. , 2019).

De igual manera, influye directamente en el comportamiento reológico del almidón, favoreciendo la formación de geles estables y homogéneos donde su perfil contribuye a una digestibilidad elevada y a una excelente capacidad de absorción de agua, lo que la convierte en una fase energética eficiente y versátil (Cárdenas, 2021).

En la figura 4 se muestra la parte estructural denominada amilopectina, presente en el almidón de la papa chaucha (*Solanum phureja*).

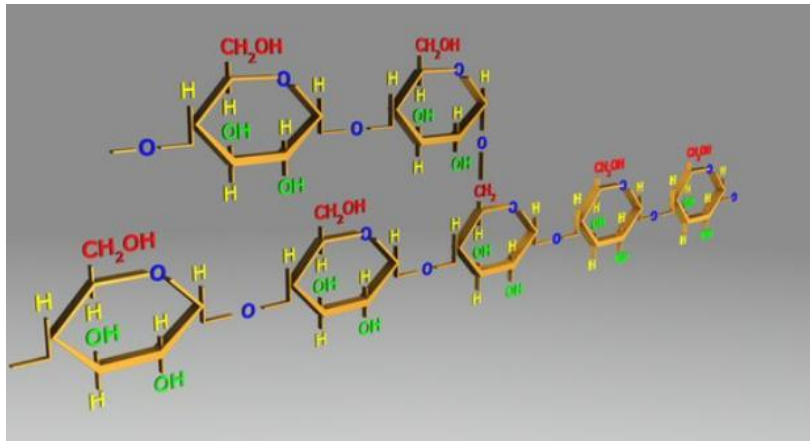


Figura 4. Amilopectina de almidón de papa chaucha.
Fuente: (Toro, 2018)

2.2.10. Extracción de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La extracción de almidón de papa chaucha se realiza mediante un proceso físicomecánico que preserva sus propiedades funcionales. Primero, los tubérculos se lavan y pelan cuidadosamente para eliminar impurezas. Luego, se trituran en medio acuoso para liberar el almidón contenido en el tejido parenquimatoso. La suspensión obtenida se filtra y decanta, permitiendo que el almidón sedimentado se separe del sobrenadante. Finalmente, el almidón se lava varias veces, se seca a baja temperatura y se tamiza para obtener un polvo fino, blanco y de alta pureza, apto para aplicaciones industriales o alimentarias Martínez, et al. (2015).

2.2.11. Modificación de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La modificación del almidón de papa chaucha tiene como objetivo mejorar las propiedades funcionales, debido a su alta proporción de amilopectina y baja retrogradación, el almidón nativo presenta buena gelatinización, pero limita estabilidad térmica y resistencia al cizallamiento.

En la tabla 6 se presentan los tipos de modificación de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*), especificando el método aplicado, los principales efectos funcionales y sus aplicaciones más comunes.

Tabla 6. Tipos de modificación de almidón de papa chaucha.

Tipo de modificación	Método aplicado	Efectos funcionales principales	Aplicaciones comunes
Física	Pregelatinización, extrusión	Mejora la solubilidad en agua fría, facilita dispersión	Papillas instantáneas, sopas, mezclas secas
Química	Acetilación, oxidación, reticulación	Aumenta estabilidad térmica, reduce retrogradación, mejora textura	Salsas, recubrimientos, productos congelados
Enzimática	Tratamiento con amilasas o pullulasas	Controla tamaño de cadena, mejora digestibilidad, modifica viscosidad	Alimentos funcionales, matrices bioactivas
Fisicoquímica	Combinación de calor y reactivos	Optimiza propiedades reológicas y resistencia al cizallamiento	Bioplásticos, empaques biodegradables

Fuente: (Charfuelan, 2025)

2.2.11.1. Modificación química de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

La modificación química del almidón consiste en alterar la estructura molecular de sus polisacáridos, principalmente amilosa y amilopectina mediante reacciones controladas que mejoran sus propiedades funcionales. Este tipo de modificación busca optimizar características como la estabilidad térmica, la resistencia al cizallamiento, la capacidad de gelatinización y retrogradación, ampliando así sus aplicaciones en la industria alimentaria.

En la tabla 7 se presenta la modificación vía química del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*), detallando el reactivo utilizado, el mecanismo de acción y los principales efectos funcionales obtenidos.

Tabla 7. Modificación química de almidón de papa chaucha.

Tipo de modificación	Reactivo utilizado	Mecanismo de acción	Efectos funcionales principales
Acetilación	Anhidrido acético	Incorporación de grupos acetilo en cadenas de glucosa	Mayor solubilidad, menor retrogradación, textura suave
Oxidación	Hipoclorito de sodio	Ruptura parcial de enlaces glucosídicos, formación de grupos carbonilo	Reducción de viscosidad, aumento de transparencia, geles blandos
Reticulación	Fosfato sódico	Formación de enlaces covalentes entre cadenas de almidón	Mayor resistencia térmica y mecánica, estabilidad en congelación
Succinilación	Ácido succínico	Introducción de grupos carboxilo para aumentar carga negativa	Mejora la emulsificación, capacidad de hinchamiento

Fuente: (Vargas, 2016)

2.2.12. Métodos de conservación

Según Guardado, (2023), la conservación de alimentos es un conjunto de técnicas destinadas a prolongar su vida útil, mantener sus propiedades

nutricionales y evitar el deterioro microbiológico, físico y químico. Existen diversos métodos que permiten preservar la calidad de los productos alimenticios, adaptándose a sus características y al tipo de procesamiento requerido.

En la tabla 8 se muestra los métodos de conservación de alimentos, especificando el principio técnico de cada uno, sus principales efectos y las aplicaciones típicas en las que se emplean.

Tabla 8. Métodos de conservación de alimentos.

Método de conservación	Principio técnico	Efectos principales	Aplicaciones típicas
Refrigeración	Reducción de temperatura (0-5°C)	Disminuye actividad microbiana y enzimática	Carnes, lácteos, frutas, vegetales frescos
Congelación	Temperaturas bajo cero (-18°C o menos)	Inhibe crecimiento microbiano, conserva textura	Pescados, alimentos, preparados, masas
Pasteurización	Calentamiento controlado (60-90°C)	Elimina patógenos sin alterar sabor	Leche, jugos, néctares, bebidas, vegetales
Esterilización	Calor extremo (>100°C, presión)	Destruye microorganismos y esporas	Conservas, alimentos enlatados, formulas
Deshidratación	Eliminación de agua por calentamiento	Inhibe crecimiento microbiano	Frutas secas, hierbas, cereales, snacks
Salado y curado	Adición de sal, nitratos o nitritos	Deshidrata y crea ambiente hostil para bacterias	Embutidos, jamones, pescados crudos
Fermentación	Acción de microorganismos beneficiosos	Produce ácidos, alcoholes	Yogur, chucrut, pan, kéfir, encurtidos
Envasado al vacío	Eliminación de aire del envase	Reduce oxidación y crecimiento microbiano	Carnes, quesos, productos listos para consumo
Atmosfera modificada	Control de gases	Prolonga frescura y reduce deterioro	Vegetales frescos, panadería, productos gourmet
Conservantes químicos	Uso de aditivos (ácidos, antioxidantes)	Inhiben oxidación y proliferación microbiana	Alimentos procesados, bebidas, confitería

Fuente: (Guardado, 2023)

2.2.12.1. Refrigeración en yogur firme

La refrigeración es un proceso esencial para preservar la calidad, seguridad y estabilidad del yogur firme. Una vez que el producto ha alcanzado la acidez y textura deseadas, es necesario detener la fermentación mediante el enfriamiento, lo que evita que continúe la actividad de los cultivos lácticos y se alteren sus propiedades sensoriales. Mantener el yogur a temperaturas entre 0° y 5°C inhibe el crecimiento de bacterias, levaduras y otros microorganismos que podrían deteriorar el producto o comprometer su inocuidad. Esta condición

térmica también contribuye a conservar el sabor, el aroma y la consistencia del yogur, evitando que se vuelva excesivamente ácido o que se separen sus fases (Castillo, 2016).

Según Pelaez, (2024), menciona que el almacenamiento adecuado en refrigeración y con el envase bien cerrado previene la contaminación cruzada con otros alimentos, protegiendo al yogur de olores, microorganismos ambientales y fluctuaciones de humedad. Gracias a estas medidas, se prolonga la vida útil del producto, manteniéndolo fresco y seguro para el consumo durante varios días o semanas, según su formulación y empaque.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque cuantitativo es una metodología de investigación que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para describir fenómenos, establecer relaciones entre variables y formular generalizaciones utilizando instrumentos estandarizados como mediciones experimentales, y se apoya en técnicas estadísticas para validar hipótesis y obtener resultados replicables (Vázquez, 2024).

Por lo antes mencionado la investigación tiene un enfoque cuantitativo por que se consideran los datos de los análisis fisicoquímicos que incluyen proteína, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable y sinéresis, así como el análisis reológico donde se evaluará la viscosidad aparente y los análisis microbiológicos en el cual se realizará recuentos de Unidad Formadora de Colonias (UFC) en *E. Coli*, *Coliformes totales*, *Mohos* y *Levaduras*.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación experimental es un método sistemático que se caracteriza por la manipulación intencionada de una o más variables independientes con el fin de observar y registrar los efectos de dicha manipulación que se produce sobre una o más variables dependientes. Este enfoque permite establecer relaciones causales entre los factores estudiados, ya que el investigador controla las condiciones del entorno y aplica tratamientos específicos para evaluar su impacto (Velázquez, 2021).

Se implementará un diseño factorial (AxB), el cual se estudiará el Factor A como el porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el

Factor B tiempo de refrigeración, donde influyen los análisis fisicoquímico, reológico y microbiológico en la calidad del yogur firme.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (Ho): La adición de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como estabilizante no mejora la calidad del yogur firme.

Hipótesis afirmativa (Ha): La adición de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como estabilizante mejora la calidad del yogur firme.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables de estudio se definen de la siguiente manera:

3.3.1. Definición de variables

3.3.1.1. Variable independiente

Porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*)

3.3.1.2. Variable dependiente

Calidad del yogur firme

3.3.2. Operalización de las variables

En la tabla 9 se puede observar la operalización de variables de la aplicación de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como agente estabilizante en la calidad del yogur firme.

Tabla 9. Operalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Independiente	Porcentaje de almidón modificado de papa chaucha	Almidón modificado de papa chaucha <ul style="list-style-type: none"> • 0% • 2% • 5% 	Gravimetría	NTE INENN (16:2015)
	Adición de almidón modificado de papa chaucha (<i>Solanum Phureja</i>) en yogur firme.	Tiempo de refrigeración <ul style="list-style-type: none"> • Día 0 • Día 5 • Día 10 • Día 15 • Día 20 • Día 25 • Día 30 • Día 35 		
Dependiente	Análisis fisicoquímico	pH Acidez Titulable Sólidos solubles totales Proteínas Sinéresis	Potenciometría Titulación Refractometría Método Kjeldahl Centrifugación	NTE INEN (2395:2011) NTE INEN (2395:2011) NTE INEN (1334-2:2011) NTE INEN (16:2015) (Seguí Gil, 2016)
	Calidad del yogur firme	Análisis microbiológico	Escherichia Coli Coliformes Totales Mohos y Levaduras	Siembra por superficie NTE INEN (1529-8) NTE INEN (1529-7) NTE INEN (1529-10)
		Análisis reológico	Viscosidad aparente	Ensayo de flujo rotacional (curva de flujo)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Se elaboró yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*), aplicando metodologías de la industria láctea y estudios sobre almidones funcionales. El proceso incluyó extracción y modificación del almidón, junto con las etapas clásicas de pasteurización, inoculación y fermentación.

3.4.1. Descripción del proceso de extracción de almidón de papa chaucha

En la figura 5 se mostró la extracción de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) por vía húmeda.

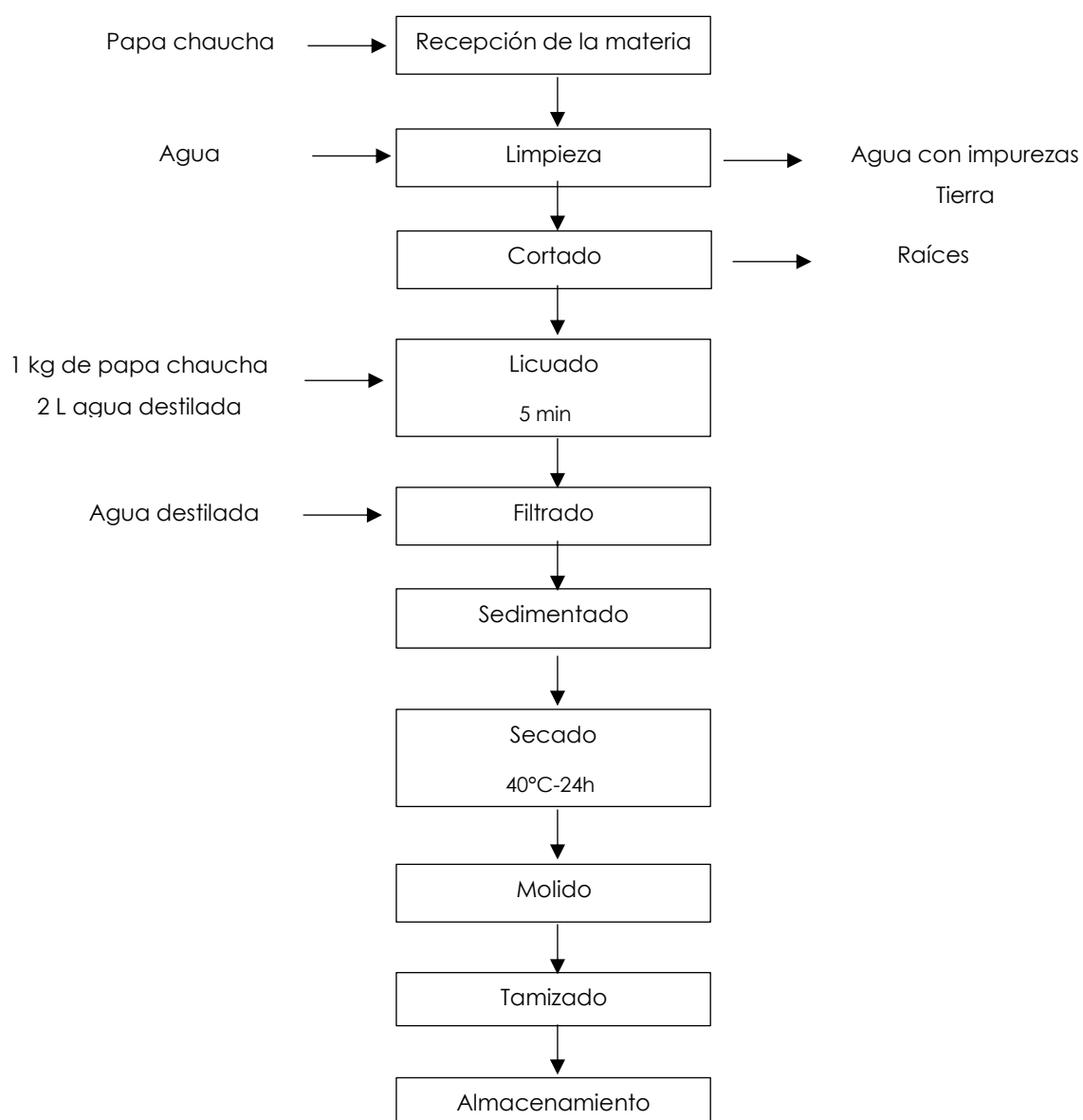


Figura 5. Proceso de extracción vía húmeda de almidón de papa chaucha
Fuente: (Rosero, 2024)

Rosero, (2024), manifestó que la extracción del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) mediante el método de vía húmeda es un procedimiento que permitió aislar el almidón contenido en los tubérculos a través de etapas físicas de separación. El proceso se desarrolló en las siguientes fases:

En la etapa inicial fue recepción de la materia prima donde se seleccionó la papa chaucha en condiciones de calidad y fresca, a continuación, se realizó la etapa de limpieza utilizando agua destilada para eliminar tierra, impurezas y residuos superficiales adheridas al tubérculo, este lavado generó un subproducto llamada agua con impurezas que debe ser descartada de manera adecuada, una vez limpia, la papa chaucha pasó a la etapa de corte que facilitó la manipulación y aseguró piezas homogéneas para el procesamiento.

En la siguiente etapa correspondió al licuado, en el cual los tejidos vegetales se rompieron para liberar los gránulos de almidón, el material obtenido se sometió a un lavado y tamizado, donde el almidón se separó de la fibra y otros sólidos insolubles mediante agua y filtros #100, a continuación, se realizó la decantación o sedimentación, proceso en el que el almidón se depositó en el fondo del recipiente por acción de la gravedad, mientras que las impurezas permanecieron en suspensión.

El almidón sedimentado se sometió a lavados sucesivos con el fin de eliminar restos de fibras y pigmentos, obteniendo un producto más puro. Se procedió al secado controlado, que redujo la humedad hasta niveles seguros para su conservación, en el tamizado donde se filtró el almidón con el tamiz de #100 donde se separó los granulos de almidón garantizando mayor pureza, finalmente se almacenó el almidón en condiciones higiénicas y estables para su posterior uso industrial o alimentario.

El porcentaje de extracción de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) se calculó dividiendo la masa de almidón obtenido entre la masa total de papa utilizada, y multiplicando el resultado por 100.

$$\text{Extracción de almidón de papa chaucha (\%)} = \frac{\text{Peso de almidón seco}}{\text{Peso de papa chaucha inicial}} * 100$$

Este cálculo permitió determinar el rendimiento del proceso de extracción, siendo un indicador clave de eficiencia técnica y aprovechamiento del material vegetal.

3.4.2. Descripción del proceso de modificación del almidón de papa chaucha
En la figura 6 se evidenció el proceso de modificación mediante ácido acético glacial en el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).

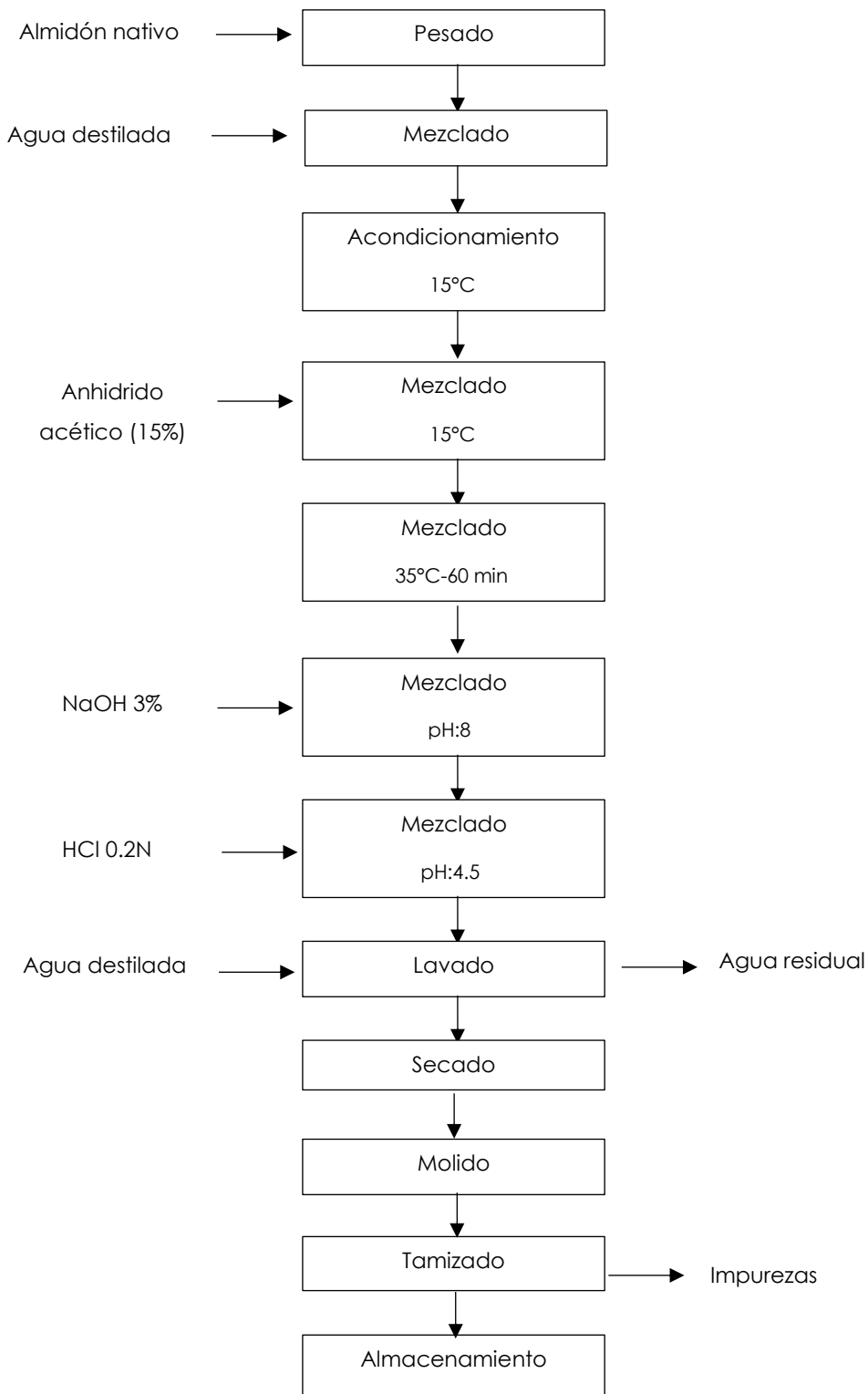


Figura 6. Proceso de modificación de almidón de papa chaucha vía química
Fuente: (Arenas, et al. 2017)

Según Arenas, et al. (2017), la modificación química del almidón de papa chaucha se realizó mediante acetilación utilizando anhídrido acético como agente reactivo en una concentración del 15%. Para ello, se pesó 50 gramos de almidón nativo (base seca) y se mezclaron con 10 ml de sulfato de sodio (Na_2SO_4), disueltos en 116 ml de agua destilada a temperatura ambiente.

Posteriormente, se ajustó el pH de la solución a 8 mediante la adición de NaOH al 3%. Una vez estabilizado el pH, se adicionó anhídrido acético al 15%, manteniendo la reacción a 35°C durante una hora, procurando conservar el pH en 8 durante todo el proceso, finalizada la reacción, se ajustó el pH a 4.5 con HCl 0.4 N y se procedió a centrifugar la mezcla a 2000 rpm durante 15 minutos para eliminar el agua de lavado, el almidón modificado se secó a 40°C por 24 horas, se trituro y se tamizó utilizando una malla #100, obteniendo un polvo fino y uniforme apto para aplicaciones tecnológicas.

Determinación del porcentaje de acetilación en el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).

El porcentaje de acetilación en el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*), se representó el porcentaje en peso de grupos acetilo incorporados en el almidón en base seca

$$\% \text{ Acetilación} = \frac{(V_{\text{blanco}} - V_{\text{muestra}}) * NHCl * 0.043}{P} * 100$$

Donde:

0.043 es el miliequivalente del grupo acetilo

V_{blanco} es el volumen del ácido clorhídrico gastado en la titulación del almidón nativo

V_{muestra} es el volumen del ácido clorhídrico gastado en la titulación del almidón acetilado.

N es la normalidad del ácido clorhídrico (0.2N) utilizado en la valoración.

P es la masa de la muestra en gramos (base seca)

Determinación de Grado de sustitución de acetilación en almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).

El grado de sustitución representó el número promedio de grupos hidroxilo sustituidos por grupos acetilo por unidad anhidroglucosa del almidón. Se calculó usando el porcentaje de grupos acetilo incorporados con la siguiente fórmula:

$$GS = \frac{162 * \% \text{ acetilo}}{4300 - (42 * \% \text{ acetilo})}$$

Donde:

162 es el peso molecular de la unidad anhídrolucosa

42 es el peso molecular del grupo acetilo

4300 es una constante derivada para ajuste molecular

Determinación de masa de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

La fórmula para calcular la masa de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*) por acetilación se basó en sumar el peso del almidón nativo inicial con la masa de los grupos acetilo incorporados. Se expresó así:

$$\text{Masa almidón modificado} = \text{Masa almidón inicial} * \left(1 + GS * \frac{42 \text{ g/mol}}{162 \text{ g/mol}} \right)$$

Donde:

Masa almidón inicial es el peso del almidón nativo usado (en gramos)

GS es el grado de sustitución, que indica el promedio de grupos acetilo por unidad anhídrolucosa.

42 g/mol es el peso molecular del grupo acetilo

162 g/mol es el peso molecular de la unidad anhídrolucosa del almidón

Determinación del Rendimiento de acetilación en almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).

El rendimiento del almidón modificado se calculó con base en relación entre la masa de almidón obtenido tras el proceso de modificación vía química y la masa inicial de almidón nativo utilizado. Este parámetro evaluó la eficiencia del tratamiento aplicado, así como la pérdida o ganancia de material durante el proceso. Se expresó en la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso de almidón modificado}}{\text{Peso de almidón seco}} * 100$$

3.4.3. Descripción de la elaboración de yogur firme

En la figura 7 se observa el proceso de elaboración de yogur firme

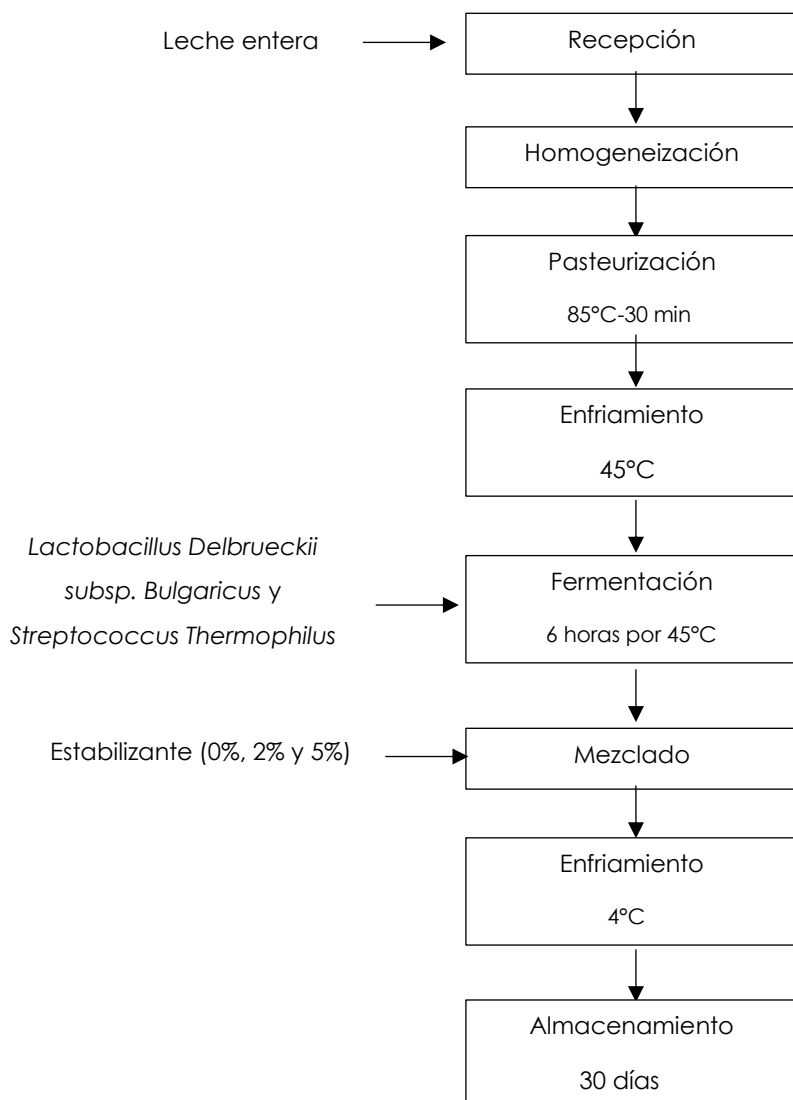


Figura 7. Proceso de elaboración de yogur firme
Fuente: (Soto, 2023)

Según Soto, (2023), la elaboración de yogur firme se basó en una fermentación controlada que permitió obtener una textura densa y estable. El proceso inició con la recepción y estandarización de la leche, ajustando su contenido de grasa y sólidos no grasos, luego, se realizó la homogeneización para romper los glóbulos de grasa y mejorar la textura, la leche fue sometida a la pasteurización que se llevó a cabo a 85°C por 30 minutos, lo que desnaturalizó las proteínas y favoreció la formación de una red proteica firme.

Posteriormente, se enfrió la leche a 45°C para la inoculación con cultivos lácticos (*Lactobacillus Delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*), y se mezcló con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como estabilizante en porcentajes de (0%, 2% y 5%) se fermentó durante 8 horas sin agitación, directamente en el envase final, para preservar la estructura del coagulo. Una vez alcanzado el pH ideal (4.6), se realizó un enfriamiento rápido a 4°C para detener la fermentación. Finalmente, el producto se almacenó en frío, permitiendo estabilizar su textura y desarrollar su sabor característico.

3.4.4. Análisis Físicoquímico

El análisis físicoquímico se realizó a los 24 tratamientos con sus repeticiones correspondientes donde se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, evaluando parámetros como proteínas, sólidos solubles totales, pH, Acidez Titulable y sinéresis.

3.4.4.1. Determinación de proteínas por método de Kjeldahl

La determinación de proteínas por el método de Kjeldahl, según la norma NTE INEN 16:2015, consistió en pesar 3 gramos de la muestra de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y someterla a digestión con 20 ml de ácido sulfúrico al 96% y una pastilla catalizadora Kjeldahl, transformando el nitrógeno orgánico en sulfato de amonio durante 4 horas; posteriormente se realizó la destilación de nitrógeno neutralizando con hidróxido de sodio al 40% liberando el amoniaco que se arrastra con vapor y se capturó en una solución de ácido bórico al 4% con 6 gotas de rojo Tashiro; el amoniaco retenido se cuantificó mediante valoración con ácido clorhídrico al 0.1N, y el contenido de nitrógeno obtenido se multiplicó por el factor de conversión 6.38, específico para productos lácteos, expresando así el resultado como porcentaje de proteína bruta, garantizando uniformidad y reproducibilidad en los análisis de calidad.

La fórmula para calcular el porcentaje de proteína en yogur firme por el método de Kjeldahl se basó en la cantidad de ácido clorhídrico gastado en la titulación, su normalidad y la masa de la muestra. El resultado se multiplicó por un factor de conversión 6.38 para productos lácteos, que representa el contenido proteico del nitrógeno total medido.

$$Proteina (\%) = \frac{(V_{muestra} - V_{blanco}) * N * 0.014 * 6.38}{M} * 100$$

Donde:

$(V_{muestra} - V_{blanco})$ es la diferencia entre el volumen de solución del ácido clorhídrico gastado en la titulación de la muestra y el volumen gastado en el blanco.

N es la normalidad de 0.1N del ácido clorhídrico

14 es el peso atómico del nitrógeno

6.38 es el factor de conversión para productos lácteos

M es la masa de la muestra (g)

3.4.4.2. Determinación de Sólidos Solubles totales

La determinación de sólidos solubles totales por el método de estufa, conforme a la norma NTE INEN 1334-2:2011, consistió en someter una muestra previamente pesada a un proceso de secado en estufa a temperatura controlada ($105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) hasta alcanzar un peso constante, con el fin de eliminar la humedad presente. El procedimiento inició con la preparación y homogeneización de la muestra, seguida del pesado inicial en capsulas de porcelana previamente tarados. Posteriormente, las muestras se colocaron en la estufa durante un tiempo de 2 horas para lograr la evaporación completa del agua y otros compuestos volátiles, una vez finalizado el secado, se enfriaron en desecador para evitar la absorción de humedad ambiental y se pesaron nuevamente. La diferencia entre el peso inicial y el peso final permitió calcular el contenido de sólidos solubles totales, expresado en porcentaje (% m/m). este método garantizó resultados reproducibles y comparables, siendo fundamental para evaluar la calidad y composición de alimentos, especialmente en productos lácteos y derivados, donde el contenido de sólidos solubles influyó directamente en la textura, sabor y valor nutricional.

Para Melo, et al. (2020), para calcular el porcentaje de sólidos solubles totales en yogur firme por el método de estufa, primero se determinó la humedad en gramos con la diferencia entre la masa inicial y final tras el secado, luego, se calculó el porcentaje de humedad, finalmente, se obtuvo el porcentaje de sólidos solubles totales restando este valor al 100%.

Para calcular humedad (g):

$$\text{Humedad (g)} = C_2 - C_3$$

Donde:

C_2 es el peso de la capsula con muestra fresca

C_3 es el peso de la capsula con muestra seca

Para calcular el porcentaje de humedad:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Humedad (g)}}{C_2 - C_1} * 100$$

Donde:

C_2 es el peso de la capsula con muestra fresca

C_1 es el peso de la capsula sin muestra

Para calcular sólidos solubles totales su fórmula se dio a continuación:

$$\text{Sólidos Solubles Totales (g)} = 100\% - \text{Humedad (\%)}$$

3.4.4.3. Determinación de pH

La determinación de pH en productos lácteos, conforme a la normativa vigente NTE INEN 2395:2011, se realizó mediante uso de un potenciómetro debidamente calibrado con soluciones buffer estándar (pH 4 y 7). El procedimiento consistió en homogeneizar la muestra previamente acondicionada a temperatura ambiente y sumergir el electrodo del equipo en la muestra líquida, asegurando un contacto completo y estable. El valor de pH se registró una vez que la lectura se estabilizó en la pantalla del instrumento, este análisis permitió evaluar la acidez real del producto, siendo un parámetro crítico para determinar frescura, calidad y seguridad microbiológica, ya que variaciones en el pH pudieron indicar procesos de fermentación, contaminación o deterioro. Los resultados se expresaron directamente en unidades de pH, garantizando la uniformidad y reproducibilidad en los laboratorios que aplicaron esta norma técnica ecuatoriana.

3.4.4.4. Determinación de Acidez Titulable

La determinación de acidez titulable en productos lácteos, conforme a la normativa vigente NTE INEN 2395:2011, se basó en la neutralización de los ácidos presentes mediante una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) en presencia del indicador generalmente fenolftaleína. El procedimiento inició con

la homogeneización de la muestra y medición a 50 ml, al cual se le adicionó 3 gotas de fenolftaleína, posteriormente, se tituló con NaOH a 0.1N hasta observar el viraje de color característico rosado tenue persistente, que indicó el punto final de la reacción. El volumen de base consumido se utilizó para calcular la acidez titulable, expresada en grados Dornic (°D) o en porcentaje de ácido láctico equivalente. Este análisis constituyó a un parámetro fundamental para evaluar la frescura, calidad y estabilidad microbiológica en productos derivados de la leche, ya que un incremento de la acidez reflejó procesos de fermentación o deterioro.

De igual manera, la normativa vigente mencionó que la acidez titulable en yogur firme se determinó mediante una valoración acido-base con hidróxido de sodio, utilizando fenolftaleína como indicador. Este análisis permitió cuantificar el contenido de ácido láctico generado durante la fermentación, expresado como porcentaje.

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{V * N * P.E}{M} * 100$$

Donde:

V es el volumen de hidróxido de sodio consumido en la titulación (ml)

N es la normalidad de la solución de hidróxido de sodio (mol/L)

P.E es el peso equivalente del ácidos si o láctico que es 90.08 (g/mol)

M es la masa de la muestra de yogur firme (g)

3.4.4.5. Determinación de Sinéresis

La sinéresis en yogur firme se evalúa mediante el método de centrifugación, que permitió cuantificar la separación de suero como indicador de estabilidad estructural. Para ello, se tomó una muestra homogénea de yogur y se colocó en tubos de centrifugación previamente tarados. Luego, se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos a temperatura ambiente. Tras la centrifugación, se decantó el suero separado y se midió su volumen o masa. El porcentaje de sinéresis se calculó en relación con la masa inicial de la muestra, reflejando la capacidad del gel proteico para retener agua. Los valores bajos indicaron buena estabilidad y firmeza del producto (Seguí Gil, 2016).

La fórmula para calcular el porcentaje de sinéresis en yogur firme se basó en la relación entre la masa del suero separado tras la centrifugación y la masa total de la muestra antes del proceso. Al multiplicar este cociente por 100, se obtuvo

el porcentaje de sinéresis, que indicó la cantidad de líquido liberado por el gel lácteo. Este valor al ser un indicador clave de la estabilidad estructural del yogur a menos sinéresis, mayor retención de agua y mejor calidad del producto.

$$\text{Sinéresis (\%)} = \frac{\text{peso del suero (sobrenadante)}}{\text{peso del yogur firme inicial}} * 100$$

3.4.5. Análisis Reológico

El análisis reológico se realizó en los 24 tratamientos con sus tres repeticiones correspondientes, en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, evaluando el parámetro de viscosidad aparente con el instrumento llamado Reómetro Anton Paar.

3.4.5.1. Determinación de Viscosidad Aparente en el yogur firme.

(Mendoza, et al. (2021), mencionaron que la evaluación de la viscosidad aparente del yogur firme se realizó mediante análisis reológico utilizando un reómetro rotacional Anton Paar, modelo compatible con fluidos no newtonianos. Las muestras se colocaron en la geometría adecuada generalmente cilindro concéntrico o placa paralela, y se sometió a un barrido de velocidad de corte controlado, bajo condiciones de temperatura constante. Durante el ensayo, el equipo registró la resistencia al flujo del producto frente a diferentes tasas de deformación, permitiendo calcular la viscosidad aparente ($Pa * s$) en función del comportamiento reológico del yogur. Este parámetro al ser clave para caracterizar la textura y estabilidad del producto pudo verse influenciado por el contenido de sólidos, el tipo de cultivo láctico y el tratamiento térmico aplicado.

El equipo aplicó una fuerza mecánica sobre la muestra y registró su resistencia al flujo, permitiendo calcular la viscosidad aparente en función de la deformación inducida. Este parámetro se expresó en pascal por segundo ($Pa * s$) y es fundamental para caracterizar la textura, consistencia y estabilidad del producto.

La viscosidad aparente en un reómetro Anton Paar (como los modelos MCR) se calculó con la siguiente fórmula que se obtuvo dividiendo el esfuerzo cortante medido por el reómetro entre la velocidad de corte aplicada a la muestra. En los equipos Anton Paar, ambos parámetros fueron registrados automáticamente

durante el ensayo, lo que permitió calcular la viscosidad aparente de forma directa y precisa.

$$n_a = \frac{\tau}{\text{gamma}}$$

Donde:

n_a es la viscosidad aparente (Pa * s)

τ es el esfuerzo cortante aplicado a fluido (Pa)

gamma es la velocidad de corte o tasa de deformación (s^{-1})

3.4.6. Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se realizó en los 24 tratamientos con sus repeticiones correspondientes, en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, se evaluó la presencia de microorganismos indicadores de calidad e inocuidad mediante pruebas específicas como: *Escherichia Coli*, *Coliformes totales*, *mohos* y *levaduras*. Estas determinaciones permitieron verificar el cumplimiento de los límites microbiológicos establecidos por la normativa nacional (NTE INEN 1529-8), (NTE INEN 1529-7) y (NTE INEN 1529-10) respectivamente, y asegurar la estabilidad sanitaria del yogur firme.

3.4.6.1. Determinación de *Escherichia Coli* en yogur firme

La detección de *Escherichia Coli* en yogur firme se realizó mediante el método de ensayo por recuento en placa, utilizando medios selectivos como Agar MacConkey según lo establecido en la norma NTE INEN 1529-5. Se tomó una alícuota de la muestra previamente diluida y se sembrará por siembra en superficie, seguido de incubación a 44.5°C durante 24 horas. Las colonias características de *E. coli* se identificaron por su morfología típica (colonias azul oscuro o con brillo metálico, según el medio utilizado y se confirmaron mediante pruebas bioquímicas como la producción de indol, la fermentación de lactosa y la oxidasa negativa. El resultado se expresó en unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g) (INEN, 2011).

Según la norma NTE INEN 2395:2011, el yogur debió estar libre de *Escherichia Coli* en 1 gramo de muestra. Esto significa que no tuvo que detectarse ninguna colonia de este microorganismo al aplicar los métodos de análisis microbiológico-establecidos. La presencia de *E. coli* se consideró un indicador de contaminación fecal y representó un riesgo para la inocuidad del producto, por lo que su ausencia es obligatoria para cumplir con los requisitos sanitarios y

garantizar la seguridad del consumidor. Este análisis permitió evaluar la inocuidad microbiológica del producto, ya que la presencia de *E. coli* indicó una posible contaminación fecal o deficiencias en las condiciones higiénicas durante la elaboración.

La fórmula para calcular el recuento de colonias en una muestra de yogur firme permitió expresar los resultados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g). esta se basó en dividir el número de colonias contadas en la placa entre el volumen sembrado y el factor de dilución correspondiente. De esta manera, se obtuvo una estimación de la carga microbiana presente en la muestra analizada, lo cual fue fundamental para evaluar su calidad microbiológica e inocuidad.

$$E. Coli \frac{(UFC)}{g} = \frac{N * D}{V}$$

Donde:

N es el número total de colonias contadas en la placa

V es el volumen sembrado en la placa (ml)

D es la dilución correspondiente de la muestra

3.4.6.2. Determinación de *Coliformes Totales* en yogur firme

La determinación de colonias de *Coliformes Totales* en yogur firme se realizó conforme al método de ensayo establecido en la norma NTE INEN 1529-7, que regula el control microbiológico de alimentos mediante el método de recuento en placa. Para ello, se tomó una alícuota de la muestra previamente diluida y se sembró en agar Bilis Rojo Violeta (VRB), utilizando la técnica de vaciado en placa. Las placas se incubaron a 35°C durante 24 horas. Las colonias características de coliformes se identificaron por su color rojo con halo de precipitado ácido, y se contabilizaron para expresar el resultado en unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g). este análisis permitió evaluar la calidad higiénico-sanitaria del producto, ya que los coliformes fueron indicadores de contaminación ambiental o fallas en el proceso de elaboración. Según la norma NTE INEN 1529-7, el contenido de *Coliformes Totales* en yogur firme no tuvo que superar las 10 unidades formadoras de colonias por gramo (≤ 10 ufc/g). Este parámetro microbiológico fue esencial para garantizar la calidad del producto, ya que los coliformes al ser indicadores de contaminación ambiental o deficiencias en el proceso de elaboración.

La fórmula para recuento de coliformes totales se expresó en unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g) y se calculó dividiendo el número de colonias contadas por el factor de dilución aplicado sobre el volumen sembrado.

$$\text{Coliformes Totales } \frac{UFC}{g} = \frac{N * D}{V}$$

Donde:

N es el número de colonias contadas en las placas

V es el volumen sembrado en cada placa (ml)

D es la dilución correspondiente de cada muestra.

3.4.6.3. Determinación de Mohos y Levaduras en yogur firme

La determinación de Mohos y Levaduras en yogur firme se realizó mediante recuento en placa, siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTE INEN 1529-10, donde evaluó la presencia de estos microorganismos en yogur firme, se empleó el método de recuento en placa utilizando agar papa dextrosa acidificado (PDA) como medio de cultivo. Se prepararon diluciones seriadas de la muestra y se sembraron por siembra en superficie. Las placas se incubaron a 25°C durante 5 días, en condiciones aerobias. Las colonias de mohos se identificaron por su aspecto filamentosos y pigmentados, mientras que las levaduras se observaron como colonias lisas, húmedas y circulares. El resultado se expresó en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), seleccionando placas con un conteo entre 10 y 150 colonias para asegurar precisión estadística.

De acuerdo con la norma NTE INEN 2395:2011, que estableció los requisitos microbiológicos para leches fermentadas, el contenido de mohos y levaduras en yogur firme no tuvo que superar las 100 unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), este parámetro fue fundamental para garantizar la calidad microbiológica del producto, ya que una carga superior pudo indicar contaminación, deterioro o fallas en el proceso de conservación.

La fórmula utilizada para calcular el recuento de colonias se obtuvo dividiendo el número de colonias contadas en la placa entre el volumen sembrada y el factor de dilución aplicado. Así, se estimó la carga microbiana presente en la muestra, lo cual fue esencial para evaluar su calidad microbiológica y garantizar la inocuidad.

$$\text{Mohos y Levaduras } \left(\frac{UFC}{g} \right) = \frac{N * D}{V}$$

Donde:

N es el número de colonias contadas en las placas

V es el volumen de muestra sembrado en cada placa

D es el factor de dilución aplicado a la muestra.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Diseño Experimental

El diseño es una estrategia experimental que permitió analizar de manera simultánea el efecto de dos factores independientes (A y B) sobre una variable de respuesta (Méndez, 2019).

Por lo antes mencionado la investigación tuvo un diseño factorial AxB con tres repeticiones:

Factor A: porcentajes de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*) (0%, 2%, 5%).

Factor B: tiempo de refrigeración (0 días, 5 días, 10 días, 15 días, 20 días, 25 días, 30 días y 35 días).

En la tabla 10 se presentan los tratamientos, su respectiva codificación, los porcentajes de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración.

El estudio se estructuró bajo un diseño factorial, en el cual la combinación de los factores A y B dio lugar a 24 tratamientos, cada uno con su respectiva repetición, generando un total de 72 unidades experimentales. Esta distribución metodológica permitió evaluar de manera sistemática los efectos principales de los factores considerados.

Tabla 10. Factor A y B con sus respectivos tratamientos en la investigación.

Tratamientos	Código	Almidón modificado de papa chaucha (g)	Tiempo de refrigeración
1	a_0b_1	0%	0 días
2	a_0b_2	0%	5 días
3	a_0b_3	0%	10 días
4	a_0b_4	0%	15 días
5	a_0b_5	0%	20 días
6	a_0b_6	0%	25 días
7	a_0b_7	0%	30 días
8	a_0b_8	0%	35 días
9	a_1b_1	2%	0 días
10	a_1b_2	2%	5 días
11	a_1b_3	2%	10 días
12	a_1b_4	2%	15 días
13	a_1b_5	2%	20 días
14	a_1b_6	2%	25 días
15	a_1b_7	2%	30 días
16	a_1b_8	2%	35 días
17	a_2b_1	5%	0 días
18	a_2b_2	5%	5 días
19	a_2b_3	5%	10 días
20	a_2b_4	5%	15 días
21	a_2b_5	5%	20 días
22	a_2b_6	5%	25 días
23	a_2b_7	5%	30 días
24	a_2b_8	5%	35 días

3.5.2. Formulaciones

Bustos, et al. (2019), manifestaron que el almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) se empleó como estabilizante natural en la elaboración de yogur firme, aportando mejorar la viscosidad y estabilidad del producto. Su incorporación en porcentajes de 2% y 5%, permitió reducir la sinéresis y aumentar la consistencia. También, al ser un ingrediente de origen andino, promovió el aprovechamiento de recursos locales y la innovación agroindustrial con enfoque sostenible.

En la tabla 11 se indica la formulación para la elaboración de yogur firme.

Tabla 11. Formulación de yogur firme

Ingredientes	0% almidón modificado (Testigo)	2% almidón modificado	5% almidón modificado
Leche	1L	1L	1L
Cultivo láctico	20 ml/L	20 g/L	20 g/L
Edulcorante	80 g/L	80 g/L	80 g/L
Saborizante	50 g/L	50 g/L	50 g/L
Estabilizante	0 g/L	2 g/L	5 g/L
TOTAL	180 g/L	182 g/L	185 g/L

Fuente: (Cueva, 2023)

El modelo que implementado por Cueva ,(2023) como parte de los aspectos fundamentales de la investigacion, evidenció los ingredientes y los niveles de porcentaje adicionados en el yogur firme. de esta manera, se contó con un conocimiento previo sobre las variaciones generadas en cada uno de ellos. Este aporte fortaleció la sustentación teórica y técnica, validando y garantizando la fiabilidad de los resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos, reológico y microbiológicos evaluados en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

4.1.1 Determinación de rendimiento de extracción y modificación de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Para la extracción de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento papa chaucha}(\%) = \frac{\text{Peso de almidón seco}}{\text{Peso de papa chaucha inicial}} * 100$$

$$\text{Rendimiento papa chaucha}(\%) = \frac{1725 \text{ g}}{11500 \text{ g}} * 100$$

$$\text{Rendimiento}(\%) = 15\%$$

Se utilizó un total de 11.5 Kg de papa chaucha, después de la ejecución del proceso, se obtuvieron 1,725 Kg de almidón, evidenciando un rendimiento del 15 %.

Una vez obtenido el almidón se pasó a la siguiente etapa de modificación vía química, lo cual, se calculó su porcentaje de acetilación de la siguiente manera:

$$\% \text{ acetilación} = \frac{(\text{ml Blanco} - \text{ml muestra}) * \text{NHCl} * 0.043}{P} * 100$$

$$\% \text{ acetilación} = \frac{(50 \text{ ml} - 30\text{ml}) * 0.2 * 0.043}{1725} * 100$$

$$\% \text{ acetilación} = 1.01\%$$

Donde, se añadió 2587.5 ml anhídrido acético (15%), el cual se obtuvo 1.742 Kg de almidón modificado dando como porcentaje de acetilación del 1.01% del almidón de papa chaucha modificada.

4.1.2. Análisis Físicoquímico del Yogur Firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

El análisis físicoquímico se constituyó como una herramienta fundamental para la caracterización integral de productos, ya que permitió evaluar parámetros como proteínas, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable y sinéresis, con el fin de establecer la influencia de los tratamientos aplicados sobre las propiedades físicoquímicas del producto.

4.1.2.1. Proteína

En la tabla 12 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza modelo ANOVA para determinar el p-valor en el parámetro de proteína evaluado en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 12. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de Proteínas.

	Valor de Medias	p-valor
Factor A: Porcentaje almidón modificado (%)	0.0122	0.000205
Factor B: Tiempo de refrigeración	2.7009	2×10^{-16}
Factor A x Factor B	0.0060	1.24×10^{-5}
Residuo (Margen de error)	0.0012	

El análisis de varianza modelo ANOVA evidenció efectos significativos de los factores evaluados sobre el contenido de proteína. El porcentaje de almidón modificado (Factor A) presentó un p-valor de 0.000205, mientras que el tiempo de refrigeración (Factor B) mostró mayor influencia con un p-valor de 2×10^{-16} . La interacción entre ambos factores también fue significativa con un p-valor de 1.24×10^{-5} , confirmando que el efecto del almidón modificado depende del tiempo de refrigeración. El residuo del modelo fue bajo con valor de 0.0012, lo que demuestra un buen ajuste del modelo ANOVA.

A continuación, en la tabla 13 se muestra la prueba de Tukey HSD realizada después de obtener los p-valores de los factores A, B y la interacciones (Ax B), por el análisis de varianza modelo ANOVA.

Tabla 13. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Proteína.

Tratamientos	Par ordenado	Respuesta	Grupos
T ₁₄	(2% - 20 días)	4.370000	A
T ₁₇	(2% - 25 días)	4.370000	A
T ₂₀	(2% - 30 días)	4.370000	A
T ₈	(2% - 10 días)	4.360000	AB
T ₆	(5% - 5 días)	4.350000	AB
T ₁₃	(0% - 20 días)	4.340000	AB
T ₄	(0% - 5 días)	4.326667	AB
T ₉	(5% - 10 días)	4.320000	AB
T ₁₂	(5% - 15 días)	4.320000	AB
T ₁₈	(5% - 25 días)	4.320000	AB
T ₂₁	(5% - 30 días)	4.320000	AB
T ₅	(2% - 5 días)	4.310000	AB
T ₁₅	(5% - 20 días)	4.310000	AB
T ₁₀	(0% - 15 días)	4.290000	ABC
T ₁₆	(0% - 25 días)	4.290000	ABC
T ₃	(5% - 0 días)	4.290000	ABC
T ₁	(0% - 0 días)	4.260000	BC
T ₁₉	(0% - 30 días)	4.260000	BC
T ₂	(2% - 0 días)	4.260000	BC
T ₇	(0% - 10 días)	4.200000	C
T ₁₁	(2% - 15 días)	4.200000	C
T ₂₄	(5% - 35 días)	2.793333	D
T ₂₃	(2% - 35 días)	2.753333	D
T ₂₂	(0% - 35 días)	2.730000	D

En la prueba de Tukey HSD evidenció diferencias significativas en el contenido de proteína en el porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración. Los tratamientos con 2% de almidón modificado T₁₄, T₁₇ y T₂₀, mostraron los valores más altos y se agruparon en el grupo A, confirmando su efecto favorable. Otros tratamientos como T₈, T₆, T₁₃, T₄, T₉, T₁₂, T₁₈, T₂₁, T₅, T₁₅ se ubicaron en el grupo AB, con niveles similares aunque ligeramente inferiores. En los grupos intermedios ABC y BC se observaron reducciones moderadas, mientras que los tratamientos T₇ y T₁₁ en el grupo C y los prolongados T₂₄, T₂₃ y T₂₂ en el grupo D reflejaron disminuciones más marcadas, evidenciando que en los 35 días de refrigeración afectan negativamente el contenido de proteína.

En la figura 8 se evidencia el análisis de proteínas evaluado en los 24 tratamientos de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*), durante un tiempo de refrigeración de 35 días.

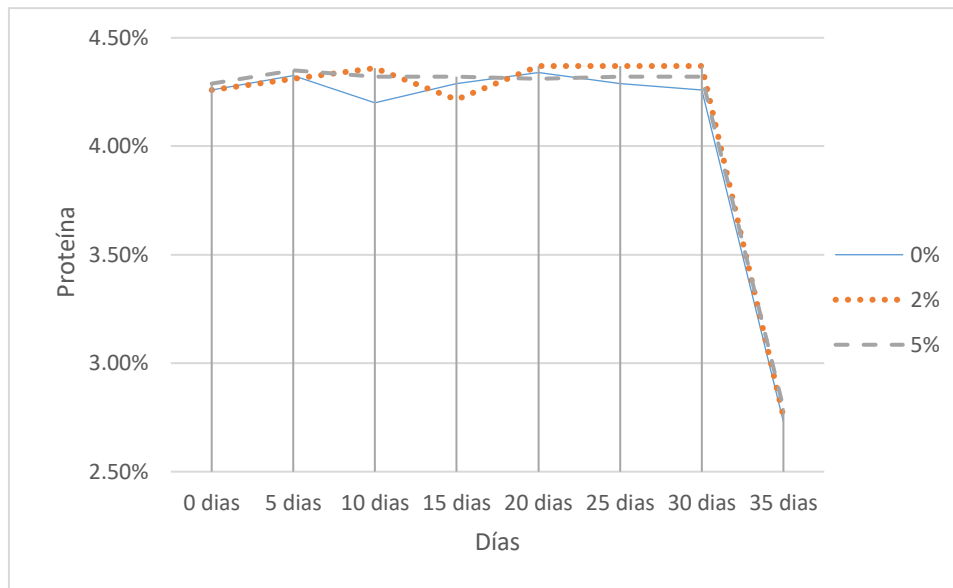


Figura 8. Resultado de Análisis de Proteína del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

Los valores de proteína se mantuvieron relativamente estables entre 4.20% a 4.37% desde el día 0 hasta el día 30 en la mayoría de los tratamientos, cumpliendo con el rango establecido por la NTE INEN 16:2015 con un rango óptimo de 3% a 4.5%. Sin embargo, al día 35 se observó un descenso marcado con valores de 2.73% a 2.79% en los tratamientos (T₂₄, T₂₃, T₂₂), atribuible a la desnaturalización proteica durante la fermentación. En conjunto, los resultados evidencian que el uso de 2% de almidón modificado favorece la conservación de proteína en periodos desde 0 días hasta 30 días, mientras que el tiempo de refrigeración prolongado compromete significativamente la calidad del yogur firme.

4.1.2.2. Sólidos Solubles Totales

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza modelo ANOVA para determinar el p-valor en el parámetro de sólidos solubles totales evaluados en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 14. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis Sólidos Solubles Totales.

	Valor de Medias	p-valor
Factor A: Porcentaje almidón modificado (%)	1.43	1.10x10 ⁻⁵
Factor B: Tiempo de refrigeración	37.14	2x10 ⁻¹⁶
Factor A x Factor B	0.55	2.91x10 ⁻⁶
Residuo (Margen de error)	0.10	

El análisis de varianza modelo ANOVA mostró efectos altamente significativos sobre los sólidos solubles totales. El porcentaje de almidón modificado como (Factor A) presentó un p-valor de 1.10×10^{-5} , mientras que el tiempo de refrigeración como él (Factor B) fue el más influyente con un p-valor obtenido de $2. \times 10^{-6}$. La interacción entre ambos factores también fue significativa con un p-valor de 2.91×10^{-6} indicando que el efecto del almidón modificado depende del tiempo de refrigeración. El residuo del modelo fue bajo con valor de 0.10, lo que confirma un buen ajuste del modelo ANOVA.

A continuación, en la tabla 15 se mostrará la prueba de Tukey HSD realizada después de obtener los valores de los factores A, B y la interacciones (AxB), por el análisis de varianza modelo ANOVA.

Tabla 15. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Sólidos Solubles Totales.

Tratamientos	Par ordenado	Respuesta	Grupos
T ₂	(2% - 0 días)	19.60000	A
T ₅	(2% - 5 días)	19.60000	A
T ₆	(5% - 5 días)	19.60000	A
T ₈	(2% - 10 días)	18.93333	AB
T ₉	(5% - 10 días)	18.80000	ABC
T ₃	(5% - 0 días)	18.73333	ABCD
T ₁₄	(2% - 20 días)	18.60000	BCDE
T ₁₀	(0% - 15 días)	18.40000	BCDEF
T ₁₁	(2% - 15 días)	18.40000	BCDEF
T ₁₇	(2% - 25 días)	18.26667	BCDEFG
T ₁₂	(5% - 15 días)	18.26667	BCDEFG
T ₇	(0% - 10 días)	18.20000	BCDEFG
T ₁₃	(0% - 20 días)	18.20000	BCDEFG
T ₄	(0% - 5 días)	18.20000	BCDEFG
T ₁	(0% - 0 días)	18.00000	BCDEFG
T ₁₆	(0% - 25 días)	17.86667	CDEFG
T ₁₅	(5% - 20 días)	17.86667	CDEFG
T ₁₉	(0% - 30 días)	17.80000	DEFG
T ₁₈	(5% - 25 días)	17.66667	EFG
T ₂₀	(2% - 30 días)	17.53333	FG
T ₂₁	(5% - 30 días)	17.40000	G
T ₂₂	(0% - 35 días)	13.00000	H
T ₂₄	(5% - 35 días)	12.80000	H
T ₂₃	(2% - 35 días)	12.60000	H

La prueba de Tukey HSD mostró diferencias significativas en función del porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración. Los tratamientos iniciales T₂, T₅ y T₆, registraron los valores más altos y se agruparon en el grupo A, confirmando su efecto favorable en los sólidos solubles totales. En grupos intermedios AB, ABC y BCDEF se ubicaron los tratamientos como T₈, T₉, T₃, T₁₄, T₁₀, T₁₁, con ligeras disminuciones progresivas. Conforme aumento el tiempo, varios tratamientos T₇, T₁₃, T₄, T₁, T₁₂, T₁₇, se

agruparon en BCDEFG, reflejando una tendencia descendente. Los tratamientos prolongados T₁₆, T₁₅, T₁₉, T₁₈ y T₂₀, mostraron reducciones más marcadas, mientras que T₂₁ en el grupo G y T₂₂, T₂₄ y T₂₃ en el grupo H evidenciaron las caídas más significativas, confirmando que el almacenamiento excesivo afecta negativamente los sólidos solubles totales.

En la figura 9 se mostrará el análisis de Sólidos solubles totales evaluado en los 24 tratamientos de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*), durante un tiempo de refrigeración de 35 días,

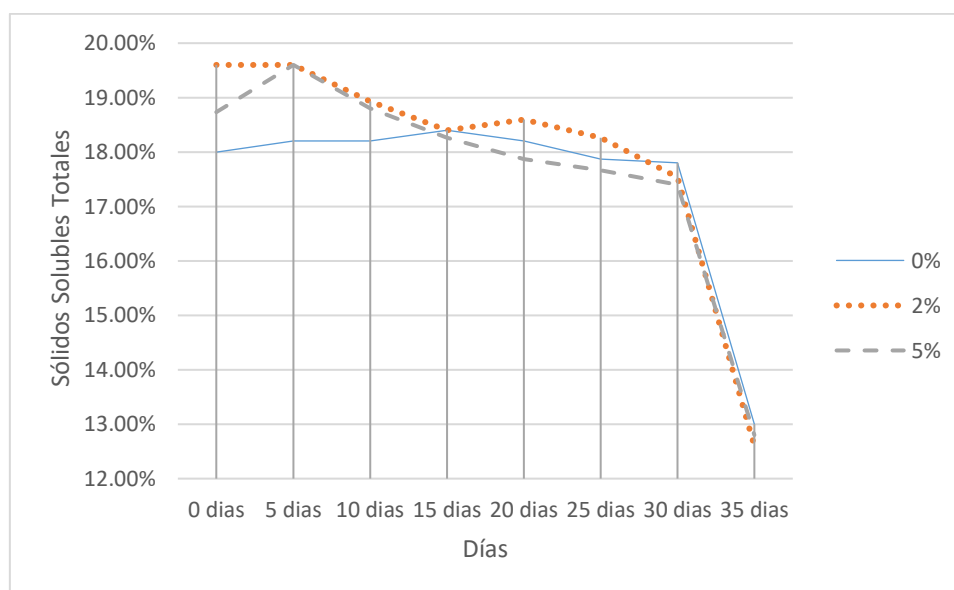


Figura 9. Resultados del Análisis de Sólidos Solubles Totales del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

Los sólidos solubles totales se mantuvieron entre 17.40% a 19.60% desde el día 0 hasta el día 30 en la mayoría de los tratamientos, cumpliendo con la NTE INEN 1334-2:2011, con un rango establecido de 15% a 20%. Al día 35, los tratamientos T₂₂, T₂₄, T₂₃ mostraron una caída abrupta con valores entre 12.6% a 13%, atribuida a la transformación de azúcares en ácido láctico durante la fermentación. En conjunto, los resultados evidencian que la adición de 2% y 5% de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) favorece la conservación de sólidos solubles totales hasta 30 días, mientras que el tiempo de refrigeración prolongado compromete significativamente la calidad del yogur firme.

4.1.2.3. pH

En la tabla 16 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza modelo ANOVA para determinar el p-valor en el parámetro pH evaluado en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 16. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de pH.

	Valor de Medias	p-valor
Factor A: Porcentaje almidón modificado (%)	0.04858	2×10^{-16}
Factor B: Tiempo de refrigeración	0.29852	2×10^{-16}
Factor A x Factor B	0.00551	2.07×10^{-13}
Residuo (Margen de error)	0.00035	

El análisis de varianza modelo ANOVA mostró efectos altamente significativos sobre el parámetro pH. Tanto el porcentaje de almidón modificado como (Factor A) y el tiempo de refrigeración como (Factor B) presentaron p-valores de 2×10^{-16} , confirmando su influencia en el parámetro. La interacción entre ambos factores también fue significativa con un p-valor de 2.07×10^{-13} , lo que indica que el efecto del almidón modificado depende del tiempo de refrigeración. El residuo del modelo fue mínimo con valor de 0.00035, evidenciando un buen ajuste del modelo ANOVA.

A continuación, en la tabla 17 se mostrará la prueba de Tukey HSD realizada después de obtener los valores de los factores A, B y la interacciones (AxB), por el análisis de varianza modelo ANOVA.

La prueba de Tukey HSD evidenció diferencias significativas en los valores de pH según el porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración. El tratamiento T₈ alcanzó el valor más alto en el grupo A, indicando que la adición de 2% de almidón modificado favorecen la conservación de pH. Los tratamientos iniciales con 0% y 2% de almidón modificado T₁, T₇, T₄ y T₁₀ se ubicaron en grupos estadísticamente similares, manteniendo valores elevados. En tratamientos intermedios se observó una disminución progresiva en los grupos BCDEF a FGH, mientras que los prolongados T₁₉, T₁₈, T₁₂, T₉, T₂₁ mostraron reducciones más marcadas en los grupos GH a J. Finalmente T₂₂, T₂₃, T₂₄ registraron los valores más bajos en el grupo K confirmando que el tiempo de refrigeración excesivo reduce significativamente el pH, independientemente del porcentaje de almidón modificado.

Tabla 17. Prueba de Tukey HDS Realizada en Análisis de pH.

Tratamientos	Par ordenado	Respuesta	Grupos
T ₈	(2% - 10 días)	4.586667	A
T ₁	(0% - 0 días)	4.580000	AB
T ₇	(0% - 10 días)	4.570000	ABC
T ₄	(0% - 5 días)	4.550000	ABCD
T ₁₀	(0% - 15 días)	4.543333	ABCDE
T ₂	(2% - 0 días)	4.526667	BCDEF
T ₅	(2% - 5 días)	4.516667	CDEFG
T ₁₁	(2% - 15 días)	4.510000	DEFG
T ₁₄	(2% - 20 días)	4.510000	DEFG
T ₁₇	(2% - 25 días)	4.510000	DEFG
T ₁₃	(0% - 20 días)	4.490000	EFG
T ₆	(5% - 5 días)	4.490000	EFG
T ₂₀	(2% - 30 días)	4.486667	EFG
T ₃	(5% - 0 días)	4.473333	FGH
T ₁₅	(5% - 20 días)	4.473333	FGH
T ₁₆	(0% - 25 días)	4.470000	FGH
T ₁₉	(0% - 30 días)	4.460000	GH
T ₁₈	(5% - 25 días)	4.416667	HI
T ₁₂	(5% - 15 días)	4.400000	IJ
T ₉	(5% - 10 días)	4.393333	IJ
T ₂₁	(5% - 30 días)	4.350000	J
T ₂₄	(5% - 35 días)	4.006667	K
T ₂₃	(2% - 35 días)	3.973333	K
T ₂₂	(0% - 35 días)	3.970000	K

En la figura 10 se evidenciará el análisis de pH evaluado en los 24 tratamientos de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*), durante un tiempo de refrigeración de 35 días.

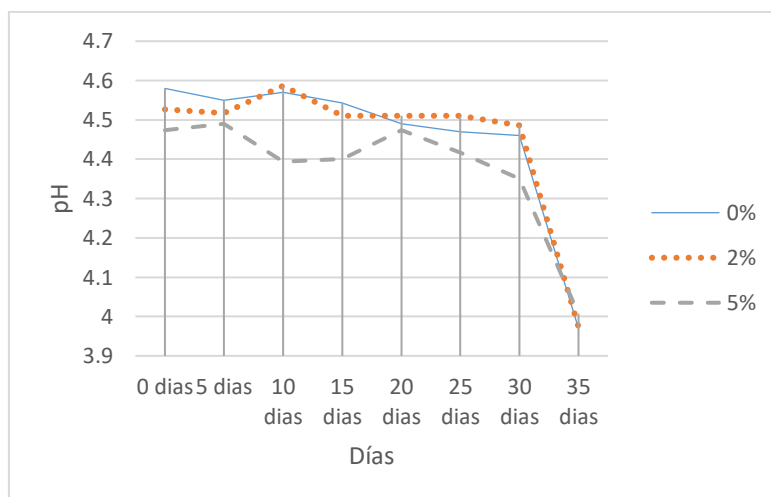


Figura 10. Resultados del Análisis de pH del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

Los valores de pH desde el día 0 hasta el día 30 obtuvieron valores en el rango entre (4.35 a 4.58) en la mayoría de los tratamientos, los cuales están dentro del rango establecido por la NTE INEN 2395:2011, ya que el rango establecido es de 4.2 a 4.6, además, se observó una disminución gradual, con una caída más pronunciada en el día 35 alcanzando valores en un rango entre 3.97 a 4 en los

tratamientos T₂₄, T₂₃, T₂₂. En conjunto, los resultados demuestran que el pH mantiene valor de 4.58 en 2% de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en un tiempo de refrigeración de 15 días, el tratamiento T₈, grupo A, mientras que periodos prolongados de almacenamiento de 30 a 35 días generan una disminución significativa en el pH.

4.1.2.4. Acidez Titulable

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza modelo ANOVA para determinar el p-valor en el parámetro acidez titulable evaluado en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 18. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de Acidez Titulable

	Valor de Medias	p-valor
Factor A Porcentaje almidón modificado (%)	0.000600	2x10 ⁻¹⁶
Factor B Tiempo de refrigeración	0.12800	2x10 ⁻¹⁶
Factor A x Factor B	0.000886	2x10 ⁻¹⁶
Residuo (Margen de error)	0.000000	

El análisis de varianza modelo ANOVA mostró efectos altamente significativos sobre la acidez titulable. Tanto el porcentaje de almidón modificado como (Factor A) y el tiempo de refrigeración como (Factor B) presentaron p-valores de 2x10⁻¹⁶, confirmando su influencia en el parámetro. La interacción entre ambos factos también fue significativa con p-valor de 2x10⁻¹⁶, lo que indica que el efecto del almidón modificado depende del tiempo de refrigeración. El residuo del modelo fue prácticamente nulo, evidenciando un buen ajuste del modelo ANOVA.

A continuación, en la tabla 19 se mostrará la prueba de Tukey HSD realizada después de obtener los valores de los factores A, B y la interacciones (AxB), por el análisis de varianza modelo ANOVA.

La prueba de Tukey HSD mostró diferencias significativas en la acidez titulable según el porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración. El valor más alto se registró en T₂₃ en el grupo A con un valor de 0.85%, indicando que condiciones prolongadas con 2% de almidón modificado favorecen una acidez elevada. En el grupo B los tratamientos T₂₂ y T₂₄ se mantuvieron valores estables de 0.84%, mientras que los grupos C y D con valores de 0.77% a 0.80% reflejaron reducciones moderadas. Los tratamientos T₂₁, T₇, T₁₃ y T₉ en los grupos E y F mostraron descensos más

marcados, y los prolongados en grupos de G a I alcanzaron los valores más bajos. En conjunto, los resultados evidencian que la acidez titulable se mantiene elevada con 2% de almidón modificado en condiciones prolongadas, mientras que porcentajes bajos y tiempos extendidos reducen significativamente este parámetro

Tabla 19. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Acidez Titulable.

Tratamientos	Par ordenado	Respuesta	Grupos
T ₂₃	(2% - 35 días)	0.85	A
T ₂₂	(0% - 35 días)	0.84	B
T ₂₄	(5% - 35 días)	0.84	B
T ₁₁	(2% - 15 días)	0.80	C
T ₁	(0% - 0 días)	0.77	D
T ₁₀	(0% - 15 días)	0.77	D
T ₁₄	(2% - 20 días)	0.77	D
T ₃	(5% - 0 días)	0.77	D
T ₁₂	(5% - 15 días)	0.77	D
T ₆	(5% - 5 días)	0.77	D
T ₂₁	(5% - 30 días)	0.76	E
T ₇	(0% - 10 días)	0.75	F
T ₁₃	(0% - 20 días)	0.75	F
T ₉	(5% - 10 días)	0.75	F
T ₁₉	(0% - 30 días)	0.74	G
T ₄	(0% - 5 días)	0.74	G
T ₁₅	(5% - 20 días)	0.74	G
T ₂	(2% - 0 días)	0.73	H
T ₂₀	(2% - 30 días)	0.73	H
T ₁₆	(0% - 25 días)	0.72	I
T ₈	(2% - 10 días)	0.72	I
T ₁₇	(2% - 25 días)	0.72	I
T ₅	(2% - 5 días)	0.72	I
T ₁₈	(5% - 25 días)	0.72	I

En la figura 11 se evidenciará el análisis de Acidez titulable evaluado en los 24 tratamientos de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*), durante un tiempo de refrigeración de 35 días,

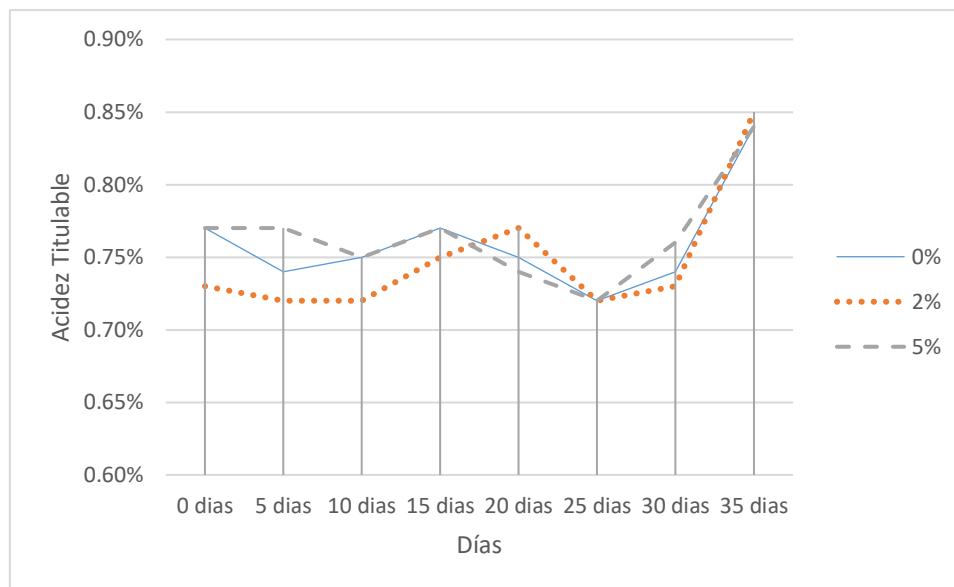


Figura 11. Resultados del Análisis de la Acidez Titulable del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

La evaluación de la acidez titulable mostró diferencias claras entre los tratamientos a lo largo de los 35 días de refrigeración. En los 24 tratamientos alcanzaron valores entre 0.72% a 0.85%, los cuales cumplen con el rango establecido por la NTE INEN 2395:2011 que sus valores permitidos son de 0.7% a 1.2% de ácido láctico en el yogur firme.

4.1.2.5. Sinéresis

En la tabla 20 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza modelo ANOVA para determinar el p-valor en el parámetro de sinéresis evaluado en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 20. Análisis de Varianza Modelo ANOVA para Análisis de Sinéresis.

	Valor de Medias	p-valor
Factor A Porcentaje almidón modificado (%)	15.2	1.21×10^{-8}
Factor B Tiempo de refrigeración	499.4	2×10^{-16}
Factor A x Factor B	4.4	2.41×10^{-8}
Residuo (Margen de error)	0.6	

El análisis de varianza modelo ANOVA evidenció efectos altamente significativos sobre la sinéresis. El porcentaje de almidón modificado como (Factor A) presentó un p-valor de 1.21×10^{-8} , mientras que el tiempo de refrigeración como (Factor B) fue el factor más influyente con un p-valor de 2×10^{-16} . La interacción entre ambos factores también resultó significativa con un p-valor de 2.41×10^{-8} , indicando que el efecto del almidón modificado depende del tiempo de

refrigeración. El residuo del modelo fue bajo obteniendo un valor de 0.6, lo que confirma un buen ajuste del modelo ANOVA.

A continuación, en la tabla 21 se mostrará la prueba de Tukey HSD realizada después de obtener los valores de los factores A, B y la interacciones (AxB), por el análisis de varianza modelo ANOVA.

Tabla 21. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Sinéresis.

Tratamientos	Par ordenado	Respuesta	Grupos
T ₂₄	(5% - 35 días)	43.88667	A
T ₂₂	(0% - 35 días)	43.48333	A
T ₂₃	(2% - 35 días)	40.38333	B
T ₂₁	(5% - 30 días)	38.94667	BC
T ₂₀	(2% - 30 días)	37.26000	CD
T ₁₉	(0% - 30 días)	35.04333	DE
T ₁₈	(5% - 25 días)	33.56000	E
T ₁₇	(2% - 25 días)	31.19000	F
T ₁₆	(0% - 25 días)	29.32333	FG
T ₁₅	(5% - 20 días)	29.11667	FG
T ₁₄	(2% - 20 días)	28.79000	GH
T ₁₃	(0% - 20 días)	27.27667	GHI
T ₁₁	(2% - 15 días)	26.48000	HIJ
T ₁₂	(5% - 15 días)	26.37000	IJ
T ₁₀	(0% - 15 días)	25.20667	IJK
T ₈	(2% - 10 días)	24.90000	JKL
T ₉	(5% - 10 días)	24.61667	JKL
T ₅	(2% - 5 días)	23.40333	KLM
T ₇	(0% - 10 días)	22.84000	LM
T ₄	(0% - 5 días)	22.80333	LMN
T ₆	(5% - 5 días)	22.20667	MN
T ₁	(0% - 0 días)	21.49667	MN
T ₃	(5% - 0 días)	21.47000	MN
T ₂	(2% - 0 días)	20.45333	N

La prueba de Tukey HSD mostró diferencias significativas en la sinéresis según el porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración. Los valores más altos se registraron en T₂₄ y T₂₂ en el grupo A con valores de 43.48% a 43.89%, evidenciando que el tiempo de refrigeración prolongado incrementa la sinéresis independientemente del porcentaje de almidón modificado. En los grupos B y BC los tratamientos T₂₃ y T₂₁ se observaron valores elevados pero menores en sinéresis, mientras que en los grupos CD a F los tratamientos T₁₇ hasta T₂₀ la sinéresis disminuyó progresivamente. Los tratamientos intermedios T₁₃ a T₁₆ presentaron valores de 27.28% a 29.11%, y en los grupos HIJ a JKL los tratamientos desde T₉ a T₁₂ se registraron 24.61% a 26.48%. Finalmente, los tratamientos iniciales T₁ a T₇ mostraron los valores más bajos, confirmando la sinéresis aumenta con el tiempo de refrigeración.

En la figura 12 se mostrará el análisis de sinéresis evaluado en los 24 tratamientos de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*), durante un tiempo de refrigeración de 35 días.

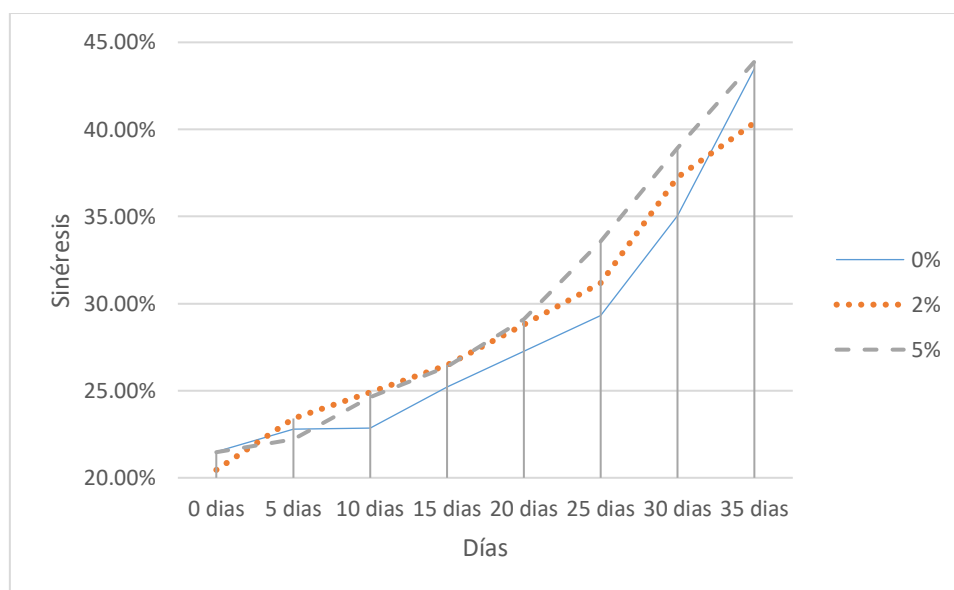


Figura 12. Resultados del Análisis de Sinéresis del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

La evolución de sinéresis presentó variaciones significativas entre los tratamientos durante los 35 días de refrigeración. La mayoría de los tratamientos T₁ hasta T₂₃, alcanzaron valores entre 20.45% a 40.38%, los cuales cumplen con el rango establecido por la metodología de Seguí Gil, (2016) que los valores permitidos es de < 42% de sinéresis en el yogur firme, mientras los tratamientos T₂₂, T₂₄ muestra un incremento que alcanza un valor entre 43.48% a 43.88%. En conjunto, los resultados muestran que la sinéresis alcanza valores altos en condiciones prolongadas de almacenamiento de 35 días, en contraste, El tratamiento con 2% almidón modificado entre 0 a 30 días registraron valores más bajos, alrededor de 20.45% a 40.38%, confirmando que el tiempo de almacenamiento es el factor determinante en el incremento de la sinéresis en el yogur firme.

4.1.3. Análisis Reológico del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

El análisis reológico permite caracterizar el comportamiento mecánico y estructural del producto bajo condiciones de esfuerzo o deformación, proporcionando información clave sobre su fluidez, viscosidad y textura. En el presente estudio, se evaluaron la propiedad reológica en los 24 tratamientos

formulados con el fin de determinar su viscosidad aparente, frente al tiempo de refrigeración.

4.1.3.1. Viscosidad Aparente.

En la tabla 22 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza modelo ANOVA para determinar el p-valor en el parámetro de Viscosidad Aparente evaluado en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 22. Análisis de Varianza ANOVA para Análisis de Viscosidad Aparente.

	Valor de Medias	p-valor
Factor A Porcentaje almidón modificado (%)	0.0954	0.207
Factor B Tiempo de refrigeración	0.5324	4.31x10 ⁻⁷
Factor A porcentaje almidón modificado x Factor B días	0.0741	0.264
Residuo (Margen de error)	0.0586	

El análisis de varianza modelo ANOVA mostró efectos significativos sobre la viscosidad aparente. El porcentaje de almidón modificado como (Factor A) presentó un p-valor de 0.207, mientras que el tiempo de refrigeración (Factor B) fue el factor más influyente con un p-valor de 4.31x10⁻⁷. La interacción entre ambos también resultó significativa con un p-valor de 0.264, indicando que el efecto del almidón modificado depende del tiempo de refrigeración. El residuo del modelo fue bajo con un valor de 0.0586, lo que confirma un buen ajuste del modelo ANOVA.

A continuación, en la tabla 23 se mostrará la prueba de Tukey HSD realizada después de obtener los p-valores de los factores A, B y la interacciones (AxB), por el análisis de varianza modelo ANOVA.

La prueba de Tukey HSD evidenció diferencias significativas en la viscosidad aparente según el porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) y el tiempo de refrigeración. El valor más alto se registró en T₂₄ en el grupo A con valor de 4.1 Pa*s, seguido de T₂₃ en el grupo AB, mostrando que el tiempo de refrigeración prolongado con 2% de almidón favorece mayor viscosidad. en los grupos intermedios como los grupos ABC y BC, varios tratamientos mantuvieron valores entre 3.3 Pa*s a 3.8 Pa*s, reflejando los valores intermedios, confirmando que menor concentración y tiempos prolongados reducen significativamente la viscosidad aparente.

Tabla 23. Prueba de Tukey HSD Realizada en Análisis de Viscosidad Aparente.

Tratamientos	Par ordenado	Respuesta	Grupos
T ₂₄	(5% - 35 días)	4.100000	A
T ₂₃	(2% - 35 días)	4.000000	AB
T ₂₂	(0% - 35 días)	3.800000	ABC
T ₁₁	(2% - 15 días)	3.800000	ABC
T ₉	(5% - 10 días)	3.700000	ABC
T ₇	(0% - 10 días)	3.600000	ABC
T ₁₇	(2% - 25 días)	3.600000	ABC
T ₃	(5% - 0 días)	3.600000	ABC
T ₁₈	(5% - 25 días)	3.566667	ABC
T ₈	(2% - 10 días)	3.500000	ABC
T ₄	(0% - 5 días)	3.400000	ABC
T ₁₀	(0% - 15 días)	3.333333	BC
T ₂₀	(2% - 30 días)	3.333333	BC
T ₅	(2% - 5 días)	3.333333	BC
T ₁₂	(5% - 15 días)	3.333333	BC
T ₁	(0% - 0 días)	3.300000	BC
T ₁₃	(0% - 20 días)	3.300000	BC
T ₁₆	(0% - 25 días)	3.300000	BC
T ₂₁	(5% - 30 días)	3.300000	BC
T ₆	(5% - 5 días)	3.300000	BC
T ₂	(2% - 0 días)	3.200000	C
T ₁₅	(5% - 20 días)	3.200000	C
T ₁₉	(0% - 30 días)	3.100000	C
T ₁₄	(2% - 20 días)	3.100000	C

En la figura 13 se evidenciará el análisis de viscosidad aparente evaluado en los 24 tratamientos de yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*), durante un tiempo de refrigeración de 35 días.

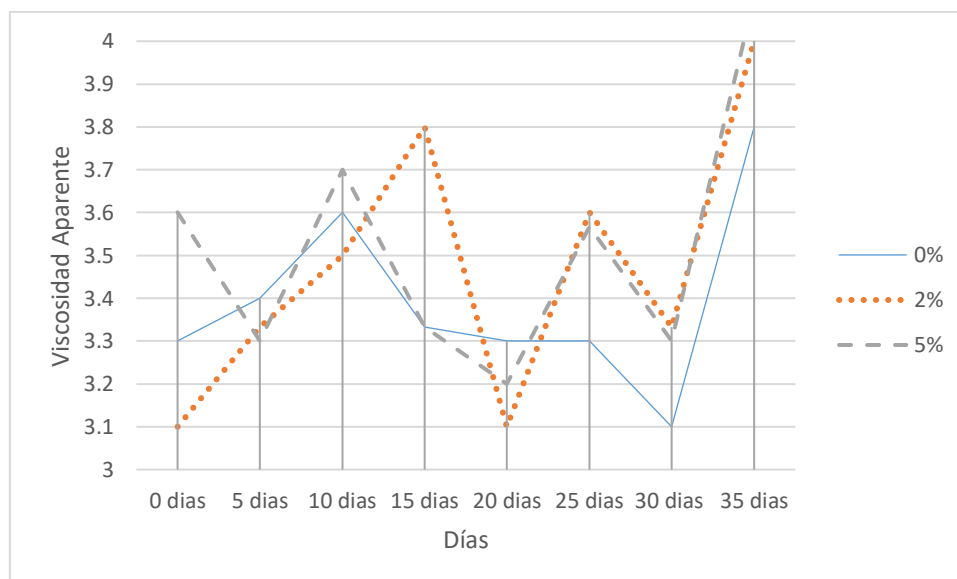


Figura 13. Resultado de Análisis de Viscosidad Aparente del Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*).

Entre el día 0 al día 35, los valores de viscosidad aparente se mantuvieron entre valores de 3.10 Pa*s a 4 Pa*s en la mayoría de los tratamientos, cumpliendo con el rango bibliográfico de Mendoza et al, (2021), cuyos valores están entre 3 Pa*s

a 4 Pa*s. Al tratamiento T₂₄ alcanzó un valor de 4.10 Pa*s, superando la referencia. En conjunto, los resultados muestran que los tratamientos sin adición de almidón modificado y tratamientos con mayor porcentaje de almidón exceden el rango, mientras que la adición de 2% de almidón modificado mantiene valores entre 3.1 Pa*s a 4 Pa*s, aceptables y comparables con los estándares de calidad.

4.1.4. Análisis Microbiológico del Yogur Firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

En el presente estudio se llevó a cabo la evaluación microbiológica de las muestras de yogur firme con el fin de determinar la calidad sanitaria y el cumplimiento de los parámetros establecidos en la normativa vigente. Por ello, se analizaron indicadores clave como *Escherichia Coli*, *Coliformes Totales*, *Mohos* y *Levaduras*. La presencia de *E. Coli* constituye un marcador específico de contaminación fecal y deficiencias en las condiciones higiénicas de producción, los *Coliformes Totales* permiten valorar la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección, mientras que el recuento de *Mohos* y *Levaduras* refleja la estabilidad del producto y su susceptibilidad al deterioro durante el almacenamiento.

En la tabla 24 se mostrarán los resultados del análisis microbiológico evaluados en el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Tabla 24. Resultados de Análisis Microbiológico realizado en Yogur Firme estabilizado con Almidón Modificado de Papa Chaucha (*Solanum phureja*)

Porcentaje de almidón modificado	Días								Parámetros	Rango establecido
	0	5	10	15	20	25	30	35		
(0% almidón modificado)	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Escherichia Coli NTE INEN 1529-5	Estimado <1.0x10 ¹
	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	Coliformes Totales NTE INEN 1529-7	≤ 10 ufc/g
	4.2x10 ²	4.3x10 ²	4.4x10 ²	4.1x10 ²	4.1x10 ²	4.4x10 ²	4.3x10 ²	5.3x10 ²	Mohos y Levaduras NTE INEN 1529-10	≤ 100 ufc/g
(2% almidón modificado)	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Escherichia Coli NTE INEN 1529-5	Estimado <1.0x10 ¹
	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	Coliformes Totales NTE INEN 1529-7	≤ 10 ufc/g
	3.7x10 ²	3.5x10 ²	3.8x10 ²	4.0x10 ²	4.3x10 ²	4.3x10 ²	4.5x10 ²	5.3x10 ²	Mohos y Levaduras NTE INEN 1529-10	≤ 100 ufc/g
(5% almidón modificado)	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Estimado <1.0x10 ¹	Escherichia Coli NTE INEN 1529-5	Estimado <1.0x10 ¹
	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	<1.0x10 ¹	Coliformes Totales NTE INEN 1529-7	≤ 10 ufc/g
	3.7x10 ²	3.5x10 ²	4.0x10 ²	4.3x10 ²	4.4x10 ²	4.3x10 ²	4.3x10 ²	5.3x10 ²	Mohos y Levaduras NTE INEN 1529-10	≤ 100 ufc/g

El análisis microbiológico realizado en los 24 tratamientos evidenció ausencia de *Escherichia coli* en un gramo de muestra durante todo el periodo de refrigeración de 0 a 35 días. Estos resultados cumplen con la NTE INEN 1529-5, que exige ausencia de *E. coli* en productos lácteos fermentados, confirmando que las condiciones de producción, manipulación y almacenamiento se ajustaron a las BPM establecidas en la normativa sanitaria vigente de ARCSA y publicada en el *Registro Oficial N°. 77* para productos lácteos fermentados.

Durante los 35 días de refrigeración, los 24 tratamientos mostraron recuentos de *Coliformes totales* entre 5 ufc/g a 9 ufc/g, dependiendo del porcentaje de almidón modificado. Los tratamientos con 0% de almidón modificado alcanzaron valores de 6 ufc/g a 9 ufc/g, los de 2% de almidón modificado entre 5 ufc/g a 9 ufc/g y los de 5% de almidón modificado entre 5 ufc/g a 8 ufc/g. A pesar de estas variaciones, todos los resultados se mantuvieron dentro del límite de aceptabilidad establecido por la NTE INEN 1529-7, cuyo rango es ≤ 10 ufc/g.

Durante 35 días de refrigeración, los 24 tratamientos presentaron recuentos de *Mohos* y *Levaduras* entre 37 ufc/g a 53 ufc/g, independientemente del porcentaje de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*). Estos valores se mantuvieron dentro del límite de aceptabilidad establecido por la NTE INEN 1529-10, cuyo rango es ≤ 100 ufc/g, confirmando la inocuidad microbiológica de las muestras.

4.2. DISCUSION

4.2.1. Rendimiento de extracción de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*)

El rendimiento de extracción de almidón de papa chaucha obtenido en este estudio es de 15%, este porcentaje refleja una adecuada separación de los granulos de almidón, lo que sugiere que las condiciones operativas utilizadas fueron apropiadas para maximizar la recuperación del polisacárido, por lo que se encuentra dentro del rango reportado por la investigación de Figueroa y España (2010), emplearon el método húmedo, en este caso, se mencionan valores en la papa Diacol Capiro de 12.4% y papa Pastusa de 13.37% de almidón en base seca. Este resultado confirma la eficiencia del procedimiento aplicado,

y evidencia que la papa chaucha constituye una fuente viable de almidón comparable con otras variedades tradicionales de papa.

4.2.2. Porcentaje de acetilación del almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*)

El porcentaje de acetilación obtenido fue de 1.01%, inferior al reportado por Vargas et al. (2016) en papa variedad Única de 2.5%, lo que indica menor reactividad del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*), frente a la modificación química. Sin embargo, este valor se encuentra dentro del rango permitido por la FDA (Food and Drug Administration) (21 CFR, parte 172) de 0.5% a 2.5%, posicionándolo como un insumo seguro y funcional.

4.2.3. Proteína

El contenido de proteína en el yogur firme estabilizado con almidón de papa chaucha (*Solanum Phureja*) es un parámetro esencial, ya que determina tanto su valor nutricional como su capacidad de formar y mantener una estructura firme y estable. En esta investigación la adición de 2% almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) obtuvo valores entre 4.20% en el día 0 hasta 4.37% en el día 30, el cual, están dentro del rango establecido por la normativa vigente NTE INEN 16:2015 que el rango óptimo es de 3% a 4.5% de proteína en yogur firme, manteniéndose estable hasta los 30 días de refrigeración, mientras que en el día 35 obtuvo un valor de 2.75%, el cual ya no cumple con el rango establecido por la normativa.

En comparación con los resultados del estudio descrito por González y Pérez, (2020), obtuvieron como resultado su contenido proteico de 3.8%. por lo que, la adición de 2% de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) otorga mayor contenido proteico, tomando en cuenta que los valores se encontraron entre 4.20% hasta 4.37%, a diferencia de el estudio aplicando concentrados proteicos lácteos en la elaboración del yogur firme.

4.2.4. Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles constituyen un parámetro fisicoquímico relevante en la caracterización del yogur firme, ya que reflejan la concentración de azúcares y compuestos solubles presentes en este. En esta investigación, el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) presentó que la adición de 2% almidón modificado obtuvo valores entre 17.53%

en el día 0 hasta 19.60% en el día 30, por lo que, están dentro del rango estipulado por la normativa vigente NTE INEN 1334-2:2011, cuyo rango esta entre 15% a 20% de sólidos solubles totales en yogur firme, manteniendose estables durante 30 dias de refrigeración, mientras que en el día 35 alcanzó un valor de 12.60%, el cual ya no cumple con el rango establecido por la normativa vigente.

En comparación con la investigación realizada por Zielinski, et al. (2013), obtuvieron como resultado 15.2% de sólidos solubles totales, deduciendo que la adición 2% almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*), reportó valores entre 17.53% hasta 19.60%, es decir, el yogur firme estabilizado con 2% de almidón modificado apporto satisfactoriamente el contenido de sólidos solubles totales en el tiempo de refrigeración de 30 dias.

4.2.5. pH

El pH constituye uno de los parámetros fisicoquímicos más relevantes en la caracterización del yogur, ya que refleja la actividad de las bacterias ácido lácticas (BAL) y determina la estabilidad del producto durante el tiempo de refrigeración. En este estudio, el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) presento que la adición de 2% almidón modificado obtuvo valores entre 4.48 en el día 0 hasta 4.58 en el día 30, este valor, se encuentran dentro del rango establecido de 4.2 a 4.6, mediante la normativa vigente NTE INEN 2395:2011, manteniéndose relativamente estable hasta los 30 dias de refrigeración, mientras que en el día 35 obtuvo un valor de pH de 3.97, el cual ya no cumple con el rango establecido por la normativa vigente.

En comparación con el estudio empleado por Mendoza, (2021), reportó que el pH disminuyo progresivamente con el tiempo de 28 dias, pasando valores iniciales cercanos a 4.5 hasta estabilizarse alrededor de 4.2, por lo tanto, la adición de 2% almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*), logró estabilizar el yogur firme hasta los 30 dias teniendo en cuenta los valores se encontraron entre 4.48 hasta 4.58, deduciendo que el almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) es un buen agente estabilizante para yogur firme.

4.2.6. Acidez titulable

La acidez titulable constituye un indicador fundamental en la calidad del yogur, ya que refleja la producción de ácido láctico por parte de las bacterias ácido lácticas (BAL) y permite evaluar la estabilidad del producto durante su almacenamiento. En la presente investigación, el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) muestra que la adición de 2% almidón modificado obtuvo valores entre 0.72% en el día 0 hasta 0.85% en el día 35, los cuales están dentro del rango establecido por la normativa vigente NTE INEN 2395:2011 con valores dentro del rango 0.7% a 1.2% de ácido láctico, manteniéndose estable durante los 35 días de refrigeración.

En comparación con el estudio empleado por Mendoza, (2021), reportó que la acidez incremento progresivamente en el tiempo de 28 días, pasando valores iniciales cercanos 0.90% ácido láctico hasta alcanzar alrededor de 0.95% ácido lactico, por lo tanto, la adición de 2% almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) en los 35 días de refrigeración la acidez titulable alcanzaron valores menores al estudio, los cuales se encuentran entre 0.72% hasta 0.85% de ácido lactico, deduciendo que el almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como agente estabilizante para yogur firme al tener un valor alto de ácido láctico si cumple con el rango establecido por la normativa vigente.

4.2.7. Sinéresis

La sinéresis es uno de los parámetros más críticos en la evaluación de la calidad del yogur, ya que refleja la capacidad del gel lácteo para retener agua y mantener su estructura durante el almacenamiento. Un exceso de sinéresis se traduce en la separación del suero, lo que afecta negativamente la textura y la apariencia de este producto. En esta investigación, el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum Phureja*) presentó que la adición de 2% almidón modificado obtuvo valores entre 20.45% en el día 0 hasta 40.38% en el día 35, los cuales están dentro del rango descrito por Seguí Gil, (2016), cuyo valor es menor a 42% de sineresis en yogur firme, manteniendose estable durante los 35 días de refrigeracion.

En comparación con la investigación elaborada por Vera Junco, (2022), obtuvo una sinéresis de 10.2%, deduciendo que al adicionar 2% de almidón modificado

de papa chaucha (*Solanum phureja*), alcanzó valores de sinéresis entre 20.45% hasta 40.38%, el cual, si esta dentro de los rangos bibliograficos descritos por Seguí Gil, (2016) para sinéresis en yogur firme en los 35 dias de refrigeracion.

4.2.8. Viscosidad aparente

Los parámetros reológicos constituyen un aspecto fundamental en la caracterización del yogur firme, ya que determinan su viscosidad aparente y capacidad de mantener la estructura del gel durante el almacenamiento. En esta presente investigación, mostró que la adición de 2% almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*), obtuvo un incremento significativo en la viscosidad aparente con valores entre 3.10 Pa*s en el día 0 hasta 4 Pa*s en el día 35, estos valores están dentro del rango establecido por Mendoza, et al. (2021), cuyo rango establecido es de 3 Pa*s a 4 Pa*s, manteniendo una textura compacta y homogénea durante los 35 días de refrigeración. Este comportamiento se explica por la interacción del almidón acetilado con las proteínas lácteas, que refuerza la red tridimensional del yogur y mejora la capacidad de retención de agua. como consecuencia, se reduce la sinéresis y asegura una textura más estable.

4.2.9 E. coli, Coliformes totales, Mohos y Levaduras.

El análisis microbiológico constituye un aspecto esencial en la evaluación de la calidad del yogur firme, ya que garantiza tanto la inocuidad del producto como la viabilidad de las bacterias acidolácticas, responsables de la fermentación y de los beneficios probióticos asociados. En la presente investigación, el yogur firme cumplió con los estándares microbiológicos establecidos por la normativa vigente NTE INEN 1529-7, NTE INEN 1529-10 Y NTE INEN 1529-5.

Por los análisis realizados de *Escherichia Coli*, *Coliformes Totales*, *Mohos* y *Levaduras* respectivamente, manteniendo ausencia de microorganismo *Escherichia Coli* en los 24 tratamientos durante 35 días de refrigeración.

En el recuento de *Coliformes Totales* para los tratamientos con 2% almidón modificado como el mejor porcentaje alcanzo valores entre 5 ufc/g hasta 9 ufc/g desde el día 0 hasta el día 35, a comparación con los tratamientos con 0% almidón modificado obtuvieron valores entre 6 ufc/g hasta 9 ufc/g desde el día 0 hasta el día 35, de igual manera, los tratamientros con 5% almidón

modificado alcanzando valores entre 5 ufc/g hasta 8 ufc/g desde el día 0 hasta el día 35.

Para el recuento de *Mohos* y *Levaduras* los tratamientos con 2% almidón modificado, siendo los mejores tratamientos de esta investigación alcanzaron valores entre 37 ufc/g hasta 53 ufc/g desde el día 0 hasta el día 35, en comparación con los otros tratamientos con 0% almidón modificado obtuvieron valores entre 42 ufc/g hasta 53 ufc/g desde el día 0 hasta el día 35 y los tratamientos con 5% almidón modificado mostraron valores entre 37 ufc/g hasta 53 ufc/g desde el día 0 hasta el día 35.

Según la Norma INEN 2395 los productos con recuentos elevados se consideran rechazados, por lo que, el yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) sus valores no sobresalieron a los rangos óptimos en la normativa vigente por el cual se determina que se aceptan los 24 tratamientos analizados en el yogur firme.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) extraído por el método vía húmeda registró un rendimiento del 15%, el cual se encuentra dentro del rango óptimo reportado por Figueroa y España, (2010).
- El porcentaje de acetilación fue de 1.01%, el cuál confirma que el almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*) presenta menor reactividad frente a la modificación química por acetilación en comparación con otras variedades, como la papa Única. Sin embargo, al encontrarse dentro del rango permitido por la FDA (Food and Drug Administration) de 0.5% a 2.5% de acetilación, se valida su seguridad para el uso alimentario.
- La sinéresis se mantuvo dentro de los valores de 20.45% a 40.38% para yogur firme desde el día 0 hasta el día 35 en el tiempo de refrigeración de 35 días, confirmando la estabilidad física, lo que evidencia una adecuada formación de la red proteica y una buena capacidad de retención de agua.
- En esta investigación se determinó que la adición de 2% almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como agente estabilizante favorece la calidad del yogur firme. En el análisis fisicoquímico, los mejores resultados se obtuvieron para el contenido de proteína (4.20% a 4.37%), para sólidos solubles totales (17.53% a 19.60%), para pH (4.48 a 4.58), para la acidez titulable (0.72% a 0.85%), para sinéresis (20.45% a 40.38%). En el análisis reológico alcanzó valores entre (3.10 Pa*s a 4 Pa*s), evidenciando una adecuada consistencia del yogur. En el análisis microbiológico, se confirmó la ausencia de *E. Coli*, mientras que los *Coliformes totales* presentaron valores de 5 ufc/g a 9 ufc/g, y para *Mohos* y *Levaduras* oscilaron entre 37 ufc/g a 53 ufc/g. Estos resultados demuestran que la incorporación de 2% de almidón modificado contribuye a la estabilidad del yogur firme, garantizando parámetros fisicoquímicos, reológicos y microbiológicos dentro de los estándares de calidad establecidos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Promover el uso de almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*) como estabilizante natural en la industria láctea, especialmente en la elaboración de yogur firme, dado su desempeño superior en la reducción de sinéresis y en la estabilidad reológica durante almacenamiento prolongado.
- Evaluar diferentes variaciones de acetilación, para determinar la concentración óptima que maximice la estabilidad sin afectar negativamente la viscosidad.
- Ampliar los parámetros funcionales, como la capacidad de retrogradación y la interacción con proteínas lácteas, para comprender mejor el mecanismo de estabilización del almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).
- Fomentar el aprovechamiento de la papa chaucha (*Solanum phureja*) en regiones andinas como recurso local, contribuyendo al desarrollo económico de comunidades agrícolas y a la diversificación de la cadena de valor.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1529-5, N. I. (2006). *Control Microbiológico de Alimentos*.
<https://studylib.es/doc/4562968/n-te-inen-1529-5--control-microbiol%C3%B3gico-de-los-alimentos>
- Academia Lab. (22 de Diciembre de 2025). *Almidón*. https://academia-lab.com/enciclopedia/almidon/#google_vignette
- Acevedo, C. (2023). *Estabilizantes en lácteos y bebidas: mejorando calidad y durabilidad*. Obtenido de <https://sinergum.com.mx/estabilizantes-lacteos-bebidas-mejorando-calidad/>
- Akgul, H.-I. (2020). *Gidavesaglik*. <https://gidavesaglik.net/leche-definicion-composicion-y-nutricion-explicacion-detallada/>
- Alarcón-Cavero, H.-A., & Arroyo-Benítez, E. (Septiembre de 2016). *SciELO*.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300007
- Albán, M. J. (2021). *Bases Científicas para el uso de almidones modificados y resistentes en la elaboración de alimentos prebióticos*. Bases Científicas para el uso de almidones modificados y resistentes en la elaboración de alimentos prebióticos: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2110>
- Alemna, C., Cahui, R., Huaricacha, R., & Montoya, J. M. (Mayo de 2019). *Scribd*.
<https://es.scribd.com/document/408876226/Problematica-en-La-Elaboracion-de-Yogurt>
- Arcos Guamán, T. M. (06 de 2022). *Repositorio UTC*.
<https://repositorio.utc.edu.ec/items/7dc1ccc8-5b05-4666-9428-2f7ae43a9359>
- Arenas_Riaño, C., & Pedraza_Guardiño, D. (2017). *Repositorio Fundacion Universidad de Amércia*.
<https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5a9f62f0-5481-4758-a873-9775c1f5a03c/content>
- Benítez, Á. (14 de Agosto de 2019). *iidenut*.
https://www.iidenut.org/asoc_fb/posiciones/pci-5/pci-5.php

- Bustos, A., Torres, L., Cruz, G., Ferrero, C., Gerez, C., & Iturriaga, L. (2019). *SEDICI*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/121560>
- Cáceres, M. (2009). *Repositorio Universidad Peruana Unión*. <https://cgspace.cgiar.org/items/743a9440-25d8-4120-b092-cc64f69f5ba7>
- Cadena, M. E. (11 de Octubre de 2024). *Mundo Lácteo*. <https://mundolacteo.es/leche/que-es-la-fermentacion-lactea-y-el-proceso-de-transformacion-de-los-lacteos>
- Carballido, E. (2021 de diciembre de 2021). *Tipos de almidón y de almidón resistente*. <https://www.botanical-online.com/alimentos/almidon-tipos-resistente>
- Cardenas, A., Valladares, G., Obregón, J., & Víctor, V. (06 de Septiembre de 2013). *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583390>
- Cárdenas, L. (06 de Septiembre de 2021). *Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/b67ea8ae-9457-48d2-add6-32a53192a15f>
- Carriño, A. (26 de Marzo de 2025). *La Nueva España*. <https://www.lne.es/salud/alimentacion/2025/03/26/le-pasa-cuerpo-comes-yogur-115706790.html>
- Castillo, R. (13 de Marzo de 2016). *Derivados lácteos*. *Derivados lácteos: <http://derivadoslacteos.com/yogurt/diagrama-de-flujo-del-yogur>*
- Castro, M. (2020). *La Serenisima*. <https://laserenisimaclasico.com.ar/productos/yogures/firme-y-cremoso/firme-de-frutilla-descremado-190-g/>
- Chapa-Navarro, Á., Hernando-Hernando, M.-I., & Fizman del Santo, S. (2015). *FAO AGRIS- Sistema Internacional de Ciencia y Tecnología Agrícolas*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/125048/records/67488b586b7cc10eeb5acb2b>
- Charfuelan, C., & Paz, Y. (09 de Octubre de 2025). *Repositorio Universidad de Nariño*. <https://sired.udenar.edu.co/16932/>
- Cueva - Castillo, O. -A. (Diciembre de 2003). *Zamorano Carrera de Agroindustrias*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7b517165-22c5-4f25-95c7-f4a17dd18574/content>
- Curbelo-Rodriguez, L.-M. (12 de Febrero de 2024). *Scrib*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202024000100038

- Ecuador, O. L. (2025). *Observatorio Lácteo del Ecuador*.
<https://observatoriolacteo.ec/>
- Escalante, J.-L. (31 de Octubre de 2024). *La Vanguardia*.
<https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181106/4190/leche-propiedades-beneficios-valor-nutricional-alimentos.html>
- Espinoza, G. (10 de diciembre de 2025). *Cómo funcionan los estabilizantes en yogur y por qué son esenciales*.
<https://gerardoespinoza.com/blogs/news/como-funcionan-los-estabilizantes-en-yogur-y-por-que-son-esenciales>
- Figueroa, A. R., & España, J. J. (2010). *Repositorio de Universidad de Nariño*.
 Repositorio de Universidad de Nariño:
<https://sired.udenar.edu.co/11477/1/81746.pdf>
- Fontecha, J., Juárez, M., & Calvo, M. V. (2021). *Postprint*.
https://digital.csic.es/bitstream/10261/285279/4/Beneficios%20de%20las%20leches%20fermentadas%20en%20la%20salud_%20postprint.pdf
- Frias, M. (28 de Septiembre de 2023). *Fedeleche*.
<https://www.fedeleche.cl/ww5/index.php/noticias/noticias-leche-y-salud/8170-historia-y-origen-del-yogurt-producto-lacteo-rico-en-microorganismos>
- García, C. (09 de Octubre de 2025). *El Imperial*.
<https://www.elimparcial.com/locurioso/2025/10/09/el-kefir-la-bebida-fermentada-que-fortalece-la-salud-intestinal-segun-harvard/>
- Gomez, E. Á. (2020). *Instituto Claret*. <https://institutoclaret.cl/wp-content/uploads/2020/08/Gu%C3%ADa-Desnaturalizando-prote%C3%ADnas-3%C2%B0-Biolog%C3%ADa-Celular-y-molecular-17-al-28-de-agosto-2020.pdf>
- González, A. &. (2020). *Uso de concentrados proteicos lácteos en la elaboración de yogures firmes: efectos sobre la consistencia y la sinéresis*.
<https://academica-e.unavarra.es/>
- González, M. (2022). *Repositorio UNNE*.
<https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/54056>
- Guardado, A. (13 de Octubre de 2023). *Alium*.
<https://aliumpo.com/es/blog/articulos-cocina-profesional/guia-completa-de-metodos-de-conservacion-de-alimentos>
- Guevara, V. (05 de Enero de 2024). *Todo Ellas*.
<https://www.todoellas.com/cocina/kefir/nodulos/>

- Haydeé, O., & Soto, D. (Diciembre de 2012). *Scielo*.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522012000200002
- Hora, L. (25 de Junio de 2025). *La Hora*.
<https://www.lahora.com.ec/economia/Solo-864-empresas-formales-procesan-leche-en-Ecuador-pero-existe-mas-de-260.000-productores-20250625-0013.html>
- INEC. (2025). *INEC*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INEN. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.
<https://es.scribd.com/document/409014254/Leche-Yogurt>
- INEN, I. E. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5: Control microbiológico de los alimentos - Parte 5: Determinación de Escherichia coli*.
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-de-cotopaxi/microbiologia/toaz-analisis-microbilogico-en-alimentos/119399130>
- Juzgado, R. (Julio de 2018). *Repositorio Universidad de Jaén*.
<https://crea.ujaen.es/server/api/core/bitstreams/c4d9702f-48bd-4928-9644-294a50600304/content>
- Lema, C. (Agosto de 2021). *Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi*.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2dd5528e-b5ec-4b54-932c-b80b6e9d0bcf/content>
- López-Ruiz, Á.-L., Pedregosa-Cabrero, Á., Ruz-Luque, J.-M., Ruiz-Morales, F.-d.-A., & Ureña-Cámara, L.-P. (2020). *Repositorio de Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica*.
<file:///C:/Users/Stalin%20Chapi/Downloads/Evaluaci%C3%B3n%20sensorial%20de%20yogur%20natural%20de%20cabra.pdf>
- Luján, J. (2023). *cookpad*. <https://cookpad.com/cl/recetas/16628454>
- Manfugás, J. E. (2020). *Evaluación sensorial de los Alimentos*. Evaluación sensorial de los Alimentos:
<https://es.scribd.com/document/157906863/Evaluacion-Sensorial-Spinoza-Manfugas>
- Martínez, L. (19 de Noviembre de 2024). *Estabilizadores de yogur: funciones, tipos y aplicaciones*. <https://es.cnadditives.com/info/yogurt-stabilizers-functions-types-application-17131270395782144.html>
- Martínez, P., Málaga, A., Betalleluz, I., & Velezmoro, C. (23 de Noviembre de 2015). *Scielo*. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n4/a06v6n4.pdf>

- Martínez, P., Peña, F., Gómez, Y., Vargas, G., & Velezmoro, C. (2019). *Scielo Perú*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000300006&script=sci_abstract
- Medina, G. (24 de Abril de 2023). *Semana*. <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/los-beneficios-del-yogur-griego-que-lo-diferencia-de-otros-productos-lacteos/202317/>
- Melo, M.-D., Texón, A., & Hernández, J. (Julio de 2020). *Studocu*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-veracruzana/analisis-quimico/analisis-del-yogurt-compendio-sencillo-de-analisis-fisicoquimicos-y-de-caracterizacion-efectuados/8250750>
- Mendoza Mendoza, R. E. (2021). *Repositorio UNACH*. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7629/1/Tesis_Mendoza%20Rosa_20_04_2021.pdf
- Mendoza, R., Guerrero, S., & Herrera-Chávez, B. (01 de Junio de 2021). *Novasinerгия*. Universidad Nacional de Chimborazo-UNACH: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rns/v4n1/2631-2654-rns-4-01-00151.pdf>
- Mendoza-Navarro, R., Trujillo-Navarro, Y., & Durán-Osorio, D. (02 de Julio de 2007). *Bistua Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. <https://www.redalyc.org/pdf/903/90350209.pdf>
- Molina, M. C. (02 de Agosto de 2022). *Repositorio de la Universidad Politécnica Selesiana SEDE Girón*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23078/1/TTQ838.pdf>
- Montaño, E. (04 de Febrero de 2024). *Repositorio Universidad Nacional de Loja*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/items/f7e67927-7408-4f05-9286-ec32dbde4c9b>
- Morán, S. (05 de Marzo de 2024). *Delicias Culinarias*. <https://deliculinarias.com/la-papa-33-variedades-su-cultivo-y-usos/>
- Núñez, T. (23 de Diciembre de 2022). *Ladera Sue*. <https://laderasur.com/articulo/el-origen-de-las-papas-y-su-importancia-cultural-el-superalimento-de-la-cordillera-de-los-andes/>
- Olmos Villavicencio, S. J. (2024). *Repositorio Universidad Nacional San Luis Gonzaga*. <https://repositorio.unica.edu.pe/items/442eab2f-90de-48be-8a2e-8d7d3bf8e9d8>
- Ortega, R., Jiménez, A.-I., Lorian-Kohen, V., Aránzazu, A., Lozano-Estevan, M.-d.-C., & López-Sobaler, A. (08 de Noviembre de 2024). *Scielo*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112024000700009
- Pelaez, D. (27 de Noviembre de 2024). *Food Home*. <https://conservaciondealimentos.com/lacteos/yogur/>

- Quintana, D. (10 de Octubre de 2024). *Forbes*.
<https://www.forbes.com.ec/rankings/estas-son-provincias-mayor-produccion-leche-n60834>
- Ramírez, D. (2010). *Repositorio Universidad Técnica Equinoccial*.
<https://repositorio.ute.edu.ec/entities/publication/a1aa3ea6-35a4-4cac-b233-37be2fa26bc8>
- Ramírez-Estrella, H. (23 de Marzo de 2025). *Ecuapáginas*.
<https://www.ecuapaginas.com/gastronomia/2025/05/yogur/>
- Rivero, Á. (2024). *studocu*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/colegio-de-ciencias-y-humanidades-vallejo/quimica/p-5-determinacion-de-proteinas-en-yogurt/90550476>
- Rodríguez, S. (2023). *LAB-ES*. https://labes-unizar.es/enfoque-cualitativo-definicion-y-caracteristicas-en-profundidad/?expand_article=1
- Romero Guerrón, E. (2010). *Repositorio UDLA*.
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/772/1/UDLA-EC-TIAG-2010-04.pdf>
- Romero, D. J., & Diego_Bratzon_Belduma_Belduma. (2024). *Repositorio Universidad de Machala*.
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/items/ea8a7b89-fcec-4714-bfd4-7491af499942>
- Rosero, A. J. (2024). *Evaluación de la sustitución parcial de la grasa animal por almidón modificado de cebada (Hordeum vulgare L.) y camote naranja (Ipomoea batatas), en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt*. Evaluación de la sustitución parcial de la grasa animal por almidón modificado de cebada (Hordeum vulgare L.) y camote naranja (Ipomoea batatas), en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt:
<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/2246/1/120-%20CUASPA%20JHOANA%20-%20SU%20c3%81REZ%20AXEL.PDF>
- Sálazar, V. (08 de Agosto de 2020). *Food Unfolded*.
<https://www.foodunfolded.com/es/articulo/la-quimica-detras-de-la-fermentacion-del-yogur>
- Sampieri, R. H. (2018). *Me Graw Hill*. Obtenido de Me Graw Hill:
file:///C:/Users/Stalin%20Chapi/AppData/Local/Packages/5319275A.WhatsAppDesktop_cv1g1gvanyjgm/LocalState/sessions/058FDC01DB72FD66E9E9434C986A4E3EA137B3E7/transfers/2025-50/SampieriLasRutas.pdf
- Seguí Gil, L. (2016). *Repositorio Universidad de Valencia*.
<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/4ad1ce39-d1f0-46f6-b30e-60363ad016c6/content>

- Sikorska, J. (17 de enero de 2023). *Foodcom*. <https://foodcom.pl/es/almidones-modificados-tipos-y-aplicaciones-industriales/>
- Solarte, J., Díaz, A., Osorio, O., & Mejía, D. (Diciembre de 2019). *Scielo*. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600035
- Solís Guerra, E. A. (14 de 12 de 2016). *Respositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/6f1ad725-6db6-46a9-891b-3a9f0652009d/full>
- Soto, A. (2023). *URIUNNE*. <https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/54784>
- Tapia, H. (2017). *Red de Repositorios Latinoamericanos*. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6532870>
- Toro, R. d. (2018). *Amilopectina | ¿Qué es, para qué sirve, cuándo y cómo tomarla?* Amilopectina | ¿Qué es, para qué sirve, cuándo y cómo tomarla? <https://www.myprotein.es/thezone/suplementos/amilopectina-que-es/>
- Universidad de San Carlos de Guatemala. (2016). *Repositorio de Universidad de San Carlos de Guatemala*. <https://www.repositorio.usac.edu.gt/>
- Vaca, G. (1 de Octubre de 2020). *Almidón de papa, el nuevo aliado en la industria alimentaria*. Almidón de papa, el nuevo aliado en la industria alimentaria: <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/almidon-de-papa-el-nuevo-aliado-en-la-industria-alimentaria/>
- Valenzuela, F. (16 de Mayo de 2019). *Scribd*. <https://es.scribd.com/document/410237359/Amilosa-y-Amilopectina-del-Almidon-de-las-Diferentes-Varietades-de-Papa-docx>
- Valenzuela, J.-D. (17 de Diciembre de 2020). *Excelencias Gourmet*. <https://excelenciasgourmet.com/es/tradiciones/el-yogur-y-su-origen>
- Vargas, C., Martínez, P., & Velezmoro, C. (Octubre de 2016). *Scielo*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172016000400009
- Vázquez, J. (07 de Marzo de 2024). *Centro para la Excelencia Académica*. <https://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2024/03/Enfoque-cuantitativo-y-sus-disenos-descripciones-aplicaciones-y-procesos.pdf>
- Vega, R. R. (16 de Septiembre de 2020). *Amilosa: Estructura, fórmula y función*. Amilosa: Estructura, fórmula y función: https://estudyando.com/amilosa-estructura-formula-y-funcion/#google_vignette

- Velásquez, J. (16 de Febrero de 2016). *Repositorio Universidad Nacional de Colombia*. Obten <https://www.redalyc.org/journal/1699/169951832004/>
- Velázquez, A. (2021). *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Vera Junco, C. I. (2022). *Universidad Agraria del Ecuador*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20JUNCO%20CRISTHIAN%20SRAEL.pdf>
- Víteri, R. (2020). *papa chaucha*. *papa chaucha*: <https://www.tesoro regional.cl/terminos/2264#:~:text=Variedad%20de%20papa%20muy%20precoz,se%20cultivaban%20en%20el%20a%C3%B1o.>
- Weill, R. (2017). *Book Yogur Ancient Food*. https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Yogurt-Ancient-Food-2018_sp.pdf
- Zielinski, A., Toledo, A., Storani, E, Nieto, I., & González, M. (2013). *San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*. <https://plataformaiestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/Elaboracion-artesanal-de-yogurt.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	CHAPI MEPA STALIN JAVIER	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402102396
PERIODO ACADÉMICO:	2026A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	PhD. Francisco Javier Domínguez Rodríguez	DOCENTE TUTOR:	PhD. Guaberto Gerardo León Revelo
DOCENTE:	MSc. Edwin Alexander Jácome Lema		
TEMA DEL TIC: "Evaluación del efecto estabilizante del almidón modificado de papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>) en la calidad del yogur firme"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9.00	
3	METODOLOGÍA	9.00	
4	RESULTADOS	8.00	Mejorar la escala de las gráficas
5	DISCUSIÓN	8.00	Argumentar de mejor manera los resultados
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.00	Mejorar las conclusiones en función de los objetivos específicos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.00	Organizar el tiempo de exposición de manera adecuada. Mejorar el vocabulario técnico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.00	Presentar datos ortográficos

Recibiendo una nota de: **8.00** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 27 de febrero de 2026**


PhD. Francisco Javier Domínguez Rodríguez
PRESIDENTE TRIBUNAL


PhD. Guaberto Gerardo León Revelo
DOCENTE TUTOR


MSc. Edwin Alexander Jácome Lema
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Stalin Javier Chapi Mera

Fecha de recepción del abstract: Jueves, 5 de marzo de 2026

Fecha de entrega del informe: Martes, 10 de marzo de 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
RESPONSABLE CIDEN

Anexo 3. Evidencias Fotográficas



Figura 14. Extracción de almidón de papa chaucha (*Solanum phureja*).



Figura 15. Elaboración del yogur firme estabilizado con almidón modificado de papa chaucha (*Solanum phureja*).

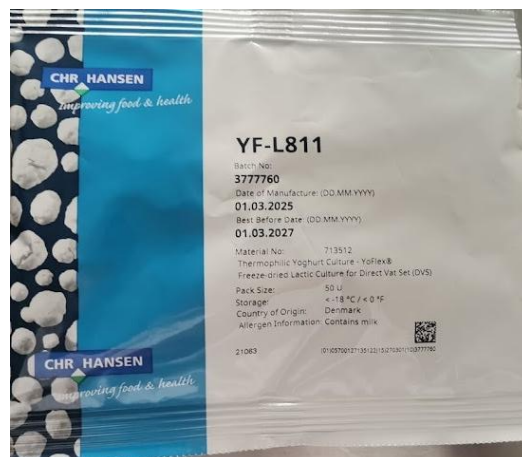


Figura 16. Medio de cultivo para la elaboración de yogur firme.



Figura 17. Almacenamiento de yogur firme en el día 0.



Figura 18. Análisis de pH en T1 en el día 0.



Figura 19. Determinación de pH en T2 en el día 10.



Figura 20. Determinación de pH en T3 en el día 20.



Figura 21. Potenciómetro para evaluar pH en yogur firme.



Figura 22. Análisis de Sólidos Solubles Totales para T2 en el día 20.



Figura 23. Análisis de Sólidos Solubles Totales en T1 y T3 en el día 10.



Figura 24. Análisis de Sólidos Solubles Totales para T3 en el día 20.



Figura 25. Análisis de Sinéresis por medio de Centrifugación.



Figura 26. Resultados de Sinéresis para T0 en el día 10.



Figura 27. Digestión de muestras por método de Kjeldahl para análisis de proteína.



Figura 28. Destilador de nitrógeno del método de Kjeldahl para análisis de proteína.



Figura 29. Destilador de Amoniaco para análisis de proteína.



Figura 30. Esterilización de materiales de laboratorio vía húmeda.



Figura 31. Esterilización de materiales de laboratorio vía seca.



Figura 32. Preparación de las muestras para análisis microbiológico.



Figura 33. Incubación de muestras de *E. coli*, Coliformes Totales, Mohos y Levaduras.

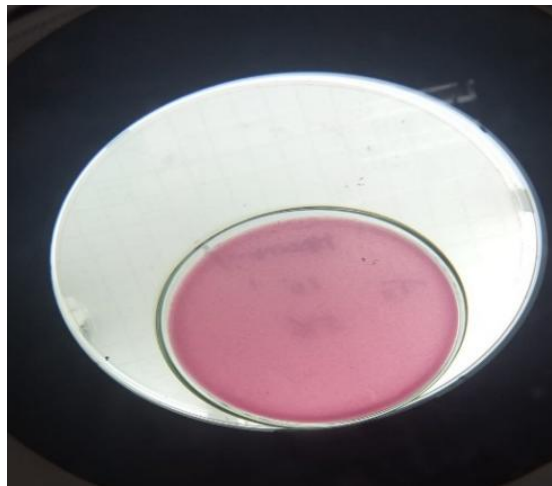


Figura 34. Recuento de *E. Coli* en yogur firme.

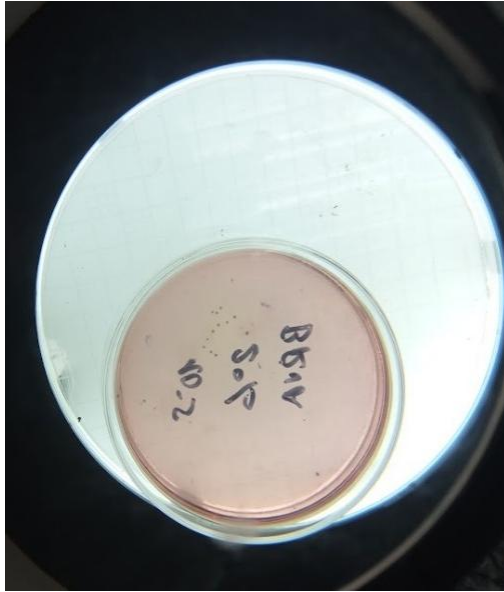


Figura 35. Recuento de Coliformes Totales en yogur firme.

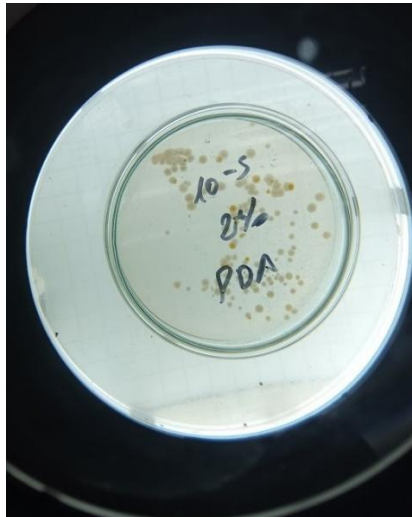


Figura 36. Recuento de Mohos y Levaduras en yogur firme.



Figura 37. Presencia de sinéresis en el día 35.

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS</p>	<p>NTE INEN 2395:2011 Segunda revisión 2011-07</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las leches fermentadas naturales: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente.</p> <p>2.2 No se aplican a las bebidas de leches fermentadas.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Leche Fermentada natural.</i> Es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoelectrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogur natural, sin aromas ni colorantes.</p> <p>3.1.2 <i>Producto natural.</i> Es el producto que no está aromatizado, no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos, ni está mezclado con otros ingredientes que no sean lácteos.</p> <p>3.1.3 <i>Yogur.</i> Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> y <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma.</p> <p>3.1.4 <i>Kéfir.</i> Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, <i>Lactobacillus kéfir</i>, especies de géneros <i>Leuconostoc</i>, <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kéfir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (<i>Kluyveromyces marxianus</i>) y levaduras no fermentadoras de lactosa (<i>Saccharomyces omnispurus</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i>), <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Bifidobacterium sp</i> y <i>Streptococcus salivarius subs. Thermophilus</i>, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p>3.1.5 <i>Kumis.</i> Es una leche fermentada con <i>Lactococcus Lactis subsp cremoris</i> y <i>Lactococcus Lactis subsp lactis</i>, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.</p> <p>3.1.6 <i>Leche cultivada, o acidificada.</i> Es una leche fermentada por la acción de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (leche acidificada) o <i>Bifidobacterium sp.</i>, u otros cultivos lácticos inoocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p>3.1.7 <i>Leche fermentada tratada térmicamente.</i> Es el producto definido en el numeral 3.1.1 y 3.1.9, que ha sido sometido a tratamiento térmico, después de la fermentación. Los cultivos de microorganismos no serán viables ni activos en el producto final.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		
<p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquero Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.1.8 Leche fermentada con ingredientes. Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservantes derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

3.1.9 Leche fermentada concentrada. Es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.

3.1.10 Leche fermentada adicionada con microorganismos probióticos. Es el producto definido en el numeral 3.1.1 al cual se le han adicionado bacteria vivas benéficas, que al ser ingeridas favorecen la microflora intestinal.

3.1.11 Microorganismo probiótico. Microorganismo vivo, que suministrado en la dieta e ingerido en cantidad suficiente ejerce un efecto benéfico sobre la salud, más allá de los efectos nutricionales.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican de la siguiente manera:

4.1.1 Según el contenido de grasa en:

- a) Entera.
- b) Semidescremada (parcialmente descremada).
- c) Descremada.

4.1.2 De acuerdo a los ingredientes en:

- a) Natural.
- b) Con ingredientes.

4.1.3 De acuerdo al proceso de elaboración en:

- a) Batido.
- b) Coagulado o afianado.
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado.
- e) Deslactosado.

4.1.4 De acuerdo al contenido de etanol, el *Kéfir* se clasifica en:

- a) suave
- b) fuerte

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

(Continúa)

5.2 Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en la etiqueta se declare de que mamífero procede.

5.3 Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

5.4 A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra y proteínas lácteas.

5.5 Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 2 en su última edición.

5.6 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 1 en su última edición.

5.7 Se permite el uso de vitaminas, minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m) en el producto final.

6.1.2 Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

6.1.3 La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico deben presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

6.1.4 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1. Especificaciones de las leches fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2,5	---	1,0	<2,5	---	<1,0	NTE INEN 12
Proteína, % m/m En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7	--	2,7	--	2,7	--	NTE INEN 16
Alcohol etílico, % m/v En kéfir suave En kéfir fuerte Kumis	0,5 -- 0,5	1,5 3,0 ---	0,5 -- 0,5	1,5 3,0 ---	0,5 -- 0,5	1,5 3,0 ---	NTE INEN 379
Presencia de adulterantes ¹⁾	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

1) Adulterantes: Harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

(Continúa)

6.1.5 Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 ⁷ UFC/g	
Bacterias probióticas	10 ⁶ UFC/g	
Levaduras		10 ⁴ UFC/g

6.1.6 Requisitos microbiológicos

6.1.6.1 Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

6.1.6.2 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

6.1.6.3 Cuando se analicen muestras individuales se tomarán como valores máximos los expresados en la columna m.

6.1.6.4 Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

6.1.7 Aditivos. Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos

6.1.8 Contaminantes. El límite máximo de contaminantes no deben superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil.

(Continúa)

6.2.2 Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

7.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Las leches fermentadas deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

8.2 Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

9. ROTULADO

9.1 El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9	<i>Leche cruda. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10	<i>Leche pasteurizada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de la proteína</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 19	<i>Leche. Ensayo de fosfatasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 379	<i>Conservas vegetales. Determinación de alcohol etílico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 701	<i>Leche larga vida. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y escherichia coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2335	<i>Leche larga vida. Método para control de la esterilidad comercial</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficacia.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
<i>Ley 2007-76</i>	<i>Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas en los alimentos.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 1	<i>Lista de límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 2	
<i>Codex Stan 193-1995 Norma General del Codex para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos.</i>	

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Andina. NA 078:2009 <i>Leches fermentadas. Requisitos.</i> Comunidad Andina, Lima 2009
Norma Técnica Colombiana NCT 805 <i>Productos Lácteos. Leches Fermentadas.</i> Bogotá 2000.
Programa Conjunto FAO – OMS <i>Norma del Codex para leches fermentadas.</i> Codex Stan 243-2003. Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010

(Continúa)

Ministerio de Agricultura y de Abastecimiento del Brasil. Resolución No. 5 de 13 de noviembre del 2000. *Especificaciones para las leches fermentadas.*

Secretaría de Salud. Norma Mexicana NOM 185-SSA1-2002 *Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.* México 2002.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2395 Segunda revisión	TÍTULO: LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS	Código: AL 03.01-442
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2008-11-28 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No 150-2009 2009-01-29 publicado en el Registro Oficial No. 519 de 2009-02-02 Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS		
Fecha de iniciación: 2010-10-14	Fecha de aprobación: 2011-01-13	
Integrantes del Subcomité Técnico:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Dr. Rafael Vizcarra (Presidente)	CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA	
Ing. Julio Gutiérrez	UTA - FACULTAD DE ALIMENTOS	
Ing. Juan Carlos Romero	LACTEOS SAN ANTONIO	
Dra. Teresa Rodríguez	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil	
Dra. Indira Delgado	ALPINA ECUADOR S.A.	
Dra. Mónica Sosa	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito	
Dr. Alexander Salazar	REYBANPAC - LACTEOS	
Ing. Paola Simbaña	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Ing. Noela Bautista	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA - ECOLAC	
Tlga. Tatiana Gallegos	MINISTERIO DE SALUD - SISTEMA ALIMENTOS	
Ing. Gustavo Navarro	HOLSTEIN	
Sr. Rodrigo Gómez de la Torre	PRODUCTORES DE LECHE	
Ing. Leonardo Baño	AVELINA S.A.	
Ing. Julio Vera	LA HOLANDESA	
Dr. Galo Izurieta	PATEURIZADORA QUITO	
Ing. Lourdes Reinoso	SFG - MAGAP	
Ing. Daniel Tenorio	AILACCEP	
Ing. Luis Sánchez	DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA	
Ing. Rocío Contero	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Dr. David Villegas	MIPRO	
Dra. Katya Yépez	NESTLÉ ECUADOR	
Dr. Darío Solórzano	NESTLÉ ECUADOR	
Ing. Daniel Tenorio	AILACCEP	
Dra. Mónica Quinatoa	DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA	
Dr. Paúl Fuertes	BUSTAMANTE & BUSTAMANTE	
Dr. Rodrigo Dueñas	REYBANPAC	
Dra. Cecilia Zamora	INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.	
Dra. Ma. Isabel Salazar	INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.	
Ing. Jorge Chávez	MAGAP	
Dra. Verónica Iñiguez	ALIMEC S.A.	
Ing. Santiago Tinajero	MAGAP	
Ing. María E. Dávalos (Secretaria Técnica)	INEN	
Otros trámites: Esta NTE INEN 2395:2011 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2395:2009 (Primera Revisión) y a las NTE INEN 709, NTE INEN 710 y NTE INEN 711.		
La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como: Voluntaria	Por Resolución No. 11 150 de 2011-05-20	
Registro Oficial No. 484 de 2011-07-05		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno EB-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec