

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Obtención del Extracto de Antocianinas de Arándanos como Antioxidante en la Crema de Yogurt Griego Bajo en Grasa”

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

AUTORA: Alemán Pozo Paula Liseth

TUTOR: Ing. Paredes Pita Carlos Arturo Msc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Paula Liseth Alemán Pozo con el número de cédula 1722702964 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Obtención del Extracto de Antocianinas de Arándanos como Antioxidante en la Crema de Yogurt Griego Bajo en Grasa"

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. Paredes Pita Carlos Arturo Msc.

TUTOR

Tulcán, septiembre de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

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

Yo, Paula Liseth Alemán Pozo con cédula de identidad número 1722702964 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Alemán Pozo Paula Liseth

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Paula Liseth Alemán Pozo declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Obtención del Extracto de Antocianinas de Arándanos como Antioxidante en la Crema de Yogurt Griego Bajo en Grasa" expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Alemán Pozo Paula Liseth

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2024

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por mi vida, por darme la sabiduría y fortaleza en los momentos más difíciles para permitirme culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco infinitamente a mi familia por su gran apoyo y guiarme en cada paso de mi vida, a mi madre y padre por su sacrificio constante de ayudarme en cada meta que me he propuesto cumplir, para convertirme en una gran persona y una excelente profesional.

A la prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi por brindarme una educación de calidad y permitirme formarme como persona y profesional, a los docentes de la carrera de Alimentos por sus enseñanzas y habilidades a lo largo de mi trayectoria académica.

Agradezco sinceramente a mi tutor de tesis el MSc. Carlos Paredes por su paciencia, tiempo y apoyo durante el desarrollo de mi trabajo, que desde el principio me brindó su confianza y la motivación que necesitaba para alcanzar mis metas.

Al MSc. Miguel Anchundia quien me brindó los conocimientos impartidos en cada clase, por la motivación de aprender más y por hacerme parte de sus proyectos, resolviendo dudas en el desarrollo de mi tesis.

A mis amigos que me brindaron su amistad y su motivación para concluir con éxito mis estudios universitarios, generando en mi un gran estímulo para avanzar y con ello ser una gran persona, especialmente a Dayrita, Diego, Naye, Dama y Daya, gracias por las palabras de aliento, las risas, la tristeza que pasamos juntos y los secretos compartidos y sobre todo por su linda amistad.

Gracias por todo.

Paula Alemán.

DEDICATORIA

Le agradezco a mis padres por apoyarme en cada paso que he dado a lo largo de esta hermosa carrera. A mi tía Paola y Rita que me ayudaron y escucharon en los momentos más difíciles que he tenido que aguantar durante mis estudios universitarios, como de igual manera a mis amigas y amigos que han sido parte de este camino de éxito, por no dejarme sola y apoyarme en cada situación a lo largo de esta carrera y en especial por ayudarme en mis ideas y emprendimientos. Gracias a todos ustedes seré una mujer exitosa y me esforzaré cada día más para que se sientan orgullosas y orgullosos de esta Ingeniera en Alimentos.

Aunque no estén conmigo en esta vida terrenal sé que se sentirán muy orgullosas de mí, mis amadas abuelitas, mi Mamá Anita, mi Mamá Glorita y mi primita hermosa Anahí, quienes son mis ángeles de la guarda.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
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	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1 Leche de Vaca.....	22
2.2.1.1 Producción de leche de vaca en el Ecuador	23
2.2.1.2 Características Físicoquímicas	23
2.2.1.3 Dispersión Coloidal.....	24
2.2.1.4 Emulsión.....	25
2.2.1.5 Homogeneización.....	25
2.2.1.6 Temperatura de la leche.....	26
2.2.1.7 Contaminación en la leche	26
2.2.1.8 Inhibidores de crecimiento microbiano	26
2.2.1.9 Materia grasa en la leche	28
2.2.1.10 Tipos de Leche.....	28

2.2.1.11	Pasteurización de la leche	29
2.2.1.12	Leches fermentadas	30
2.2.1.13	Bebidas del lactosuero	31
2.2.1.14	Suero de leche	31
2.2.1.15	Efecto del calor sobre la caseína	31
2.2.1.16	Efecto del calor sobre el color y sabor en la leche	31
2.2.1.17	Efectos del ácido sobre la caseína	31
2.2.1.18	Manipulación de leche y alimentos preparados con leche	32
2.2.1.19	Bebidas del Lactosuero	32
2.2.2	Cremas	32
2.2.3	Yogurt Natural	33
2.2.3.1	<i>Streptococcus Thermophilus</i>	34
2.2.3.2	<i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	34
2.2.4	Yogurt Griego	35
2.2.5	Arándanos	36
2.2.5.1	Valor nutricional de los arándanos	36
2.2.5.2	Producción de arándanos en Ecuador	37
2.2.5.3	Aroma de los frutos	38
2.2.5.4	Contenido de humedad que puede afectar a los frutos	38
2.2.6	Antocianinas	38
2.2.6.1	Estructura Química	39
2.2.6.2	Factores que afectan a las antocianinas	40
2.2.6.3	Efectos de acidez sobre el color de los flavonoides	41
2.2.6.4	Efecto de los iones metálicos	41
2.2.7	Conservantes	42
III.	METODOLOGÍA	44
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO	44
3.1.1.	Enfoque	44

3.1.2. Tipo de Investigación.....	44
3.2. HIPÓTESIS	44
Hipótesis Nula (Ho):.....	44
Hipótesis Alternativa (H1):	44
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	44
Variable dependiente.....	44
Variables independientes	45
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	47
3.4.1 Obtención de la crema de yogurt griego.	49
3.4.2 Determinación del porcentaje de humedad en arándanos.	49
3.4.3 Determinación de antocianinas de arándanos.	50
3.4.4 Determinación de la capacidad antioxidante por el método de DPPH....	50
3.4.5 Determinación de grasa por el método de Gerber.....	50
3.4.6 Determinación de proteína por el método de Kjeldhal.	51
3.4.7 Determinación de acidez.....	52
3.4.8 Determinación de pH.....	52
3.4.9 Determinación de sólidos totales.....	52
3.4.10 Análisis Microbiológico.	53
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	54
3.5.1 Tratamientos.....	54
3.6 FORMULACIÓN	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1. RESULTADOS	57
4.1.1 Extracción de antocianinas de arándanos.....	57
4.1.2 Análisis fisicoquímicos de la leche.....	57
4.1.3 Estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa.....	58
4.1.4 Análisis Microbiológico	59
4.1.5 Análisis sensorial.	62

4.1.6 Análisis físico químico.	63
4.2. DISCUSIÓN	63
4.2.1 Extracción de antocianinas de arándanos.....	63
4.2.2 Parámetros fisicoquímicos de la leche	64
4.2.3 Estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa	64
4.2.4 Evaluación sensorial	68
4.2.5 Parámetros fisicoquímicos de la crema de yogurt griego bajo en grasa ...	69
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1. CONCLUSIONES	74
5.2. RECOMENDACIONES	74
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
VII. ANEXOS	81
Anexo 1.....	81
Anexo 2.....	82
Anexo 3.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la leche de vaca.	24
Tabla 2. Principales inhibidores de crecimiento microbiano y su mrls.	27
Tabla 3. Proporción y fusión de los ácidos grasos de la leche.	28
Tabla 4. Propiedades de la leche estándar en las principales razas de vacuno lechero.	28
Tabla 5. Valor nutricional de los arándanos.	37
Tabla 6. Las antocianinas y sus componentes.....	40
Tabla 7. Operacionalización de variables.	46
Tabla 8. Variables con concentraciones y tratamiento.	54
Tabla 9. Escala de valores de aceptabilidad.....	55
Tabla 10 Tratamiento A1	55
Tabla 11 Tratamiento A2.....	55
Tabla 12. Tratamiento A3.....	55

Tabla 13 Tratamiento A4.....	56
Tabla 14. Tratamiento A5.....	56
Tabla 15. Tratamiento A6.....	56
Tabla 16 Tratamiento A7.....	56
Tabla 17. Características Fisicoquímicas.....	57
Tabla 18. Análisis físico químicos de la leche entera y leche descremada.	57
Tabla 19. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 1.	58
Tabla 20. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 2.	58
Tabla 21. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 3.	58
Tabla 22. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 4.	59
Tabla 23. Análisis microbiológico de la semana 1.....	60
Tabla 24. Análisis microbiológico de la semana 2.....	60
Tabla 25. Análisis microbiológico de la semana 3.....	61
Tabla 26. Análisis microbiológico de la semana 4.....	61
Tabla 27. Análisis sensorial de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas.	62
Tabla 28. Parámetros fisicoquímicos.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Micelas de caseína de la leche de vaca.....	24
Figura 2. Estructura de la membrana del glóbulo de grasa en la leche.	25
Figura 3. La homogenización en la leche.....	26
Figura 4. Cosecha de arándanos en el Carchi.	37
Figura 5. Estructura química de las antocianinas.....	39
Figura 6. Estructura de las antocianinas.....	40
Figura 7. Estructura de la pigmentación de los flavonoides.	41
Figura 8. Diagrama de flujo para obtención de antocianinas de arándanos.....	47
Figura 9. Diagrama de flujo para la elaboración de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas.....	48

Figura 10. Estabilidad del pH en la crema de yogurt griego bajo en grasa.....	65
Figura 11. Descremación de leche.....	83
Figura 12. Determinación de grasa por Gerber.	83
Figura 13. Deshidratación de arándanos.....	83
Figura 14. Determinación de humedad.....	84
Figura 15. Extracción de antocianinas de arándanos.....	84
Figura 16. Antocianinas de arándanos.	84
Figura 17. Actividad Antioxidante RAT.	85
Figura 18. Crema de yogurt griego	85
Figura 19. Evaluación sensorial.....	85
Figura 20. Muestras para catación.	86
Figura 21. Conteo de microorganismos.	86
Figura 22. Determinación de Proteína.....	86
Figura 23. Determinación de acidez.	87
Figura 24. Determinación de la acidez Titulable	87
Figura 25. Hoja de evaluación sensorial.....	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	81
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	82
Anexo 3. IMÁGENES	83

RESUMEN

En la industria alimentaria, ha surgido una creciente demanda en la producción de derivados lácteos bajos en grasa con conservantes naturales y alto valor nutricional, la adición de las antocianinas como antioxidantes encontrados en los arándanos aporta una mayor funcionalidad al producto. El objetivo de la investigación fue evaluar la estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas, se obtuvieron siete tratamientos (0,25 %; 0,50 %; 0,75%; 1,25%; 1,50%; 1,75% y 2%) y un testigo los cuales fueron evaluados mediante análisis sensorial, físicoquímico y microbiológico. La extracción de las antocianinas se realizó mediante el método sólido – líquido a una temperatura de 36 °C. Las antocianinas obtenidas presentaron un pH de 9,0427, actividad antioxidante (RAT) de 66,66% y una absorbancia de 0,060 a una longitud de onda de 560nm. Se trabajó con leche estandarizada al 1 % de grasa, pH de 6,5 y 0,16 % de ácido láctico. El pH de los siete tratamientos fue de 4,35 a 3,51 y el testigo obtuvo un pH entre 4,28 a 4,02, con una vida útil de 24 días. De acuerdo con los resultados del análisis sensorial los siete tratamientos fueron aceptados por los 82 catadores, ya que no existe diferencia estadística significativa entre ellos. El tratamiento dos T2 presentó un contenido de proteína de 6,3747%; sólidos totales 15,4133 %; 0,9076 g ácido láctico/mL y una mejor estabilidad microbiológica. El testigo T8 presentó 4,8929% de proteína; 24,6669% sólidos totales y 0,8589 g ácido láctico/ml, de lo que se concluye que la adición de las antocianinas de arándanos en la crema de yogurt griego bajo en grasa influyó en las propiedades físicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. Es necesario considerar su efecto sobre la acidificación y el tiempo de vida útil del producto, para optimizar su aplicación en la industria alimentaria.

Palabras Claves: Antocianinas, Concentración, pH, Acidez, Vida útil.

ABSTRACT

In the food industry, there has been a growing demand for the production of low-fat dairy products with natural preservatives and high nutritional value. The addition of anthocyanins, as antioxidants found in blueberries, enhances the functionality of the product. The aim of the research was to evaluate the stability of low-fat Greek yogurt cream with the addition of anthocyanins. Seven treatments (0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.25%, 1.50%, 1.75%, and 2%) and a control group were evaluated through sensory, physicochemical, and microbiological analysis. The anthocyanins were extracted using the solid-liquid method at a temperature of 36°C. The obtained anthocyanins presented a pH of 9.0427, antioxidant activity (RAT) of 66.66%, and an absorbance of 0.060 at a wavelength of 560 nm. Standardized milk with 1% fat, a pH of 6.5, and 0.16% lactic acid was used. The pH of the seven treatments ranged from 4.35 to 3.51, and the control group had a pH between 4.28 and 4.02, with a shelf life of 24 days. According to the results of the sensory analysis, all seven treatments were accepted by the 82 panelists, as there was no statistically significant difference between them. Treatment two (T2) had a protein content of 6.3747%, total solids of 15.4133%, 0.9076 g lactic acid/mL, and the best microbiological stability. The control group (T8) presented 4.8929% protein, 24.6669% total solids, and 0.8589 g lactic acid/mL. It is concluded that the addition of blueberry anthocyanins to low-fat Greek yogurt cream influenced the physicochemical, sensory, and microbiological properties. It is necessary to consider their effect on acidification and product shelf life to optimize their application in the food industry.

Keywords: Anthocyanins, Acidity, Concentration, pH, Shelf life.

INTRODUCCIÓN

Entre la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) se encargan de proteger la salud de los consumidores y generar normas adecuadas para la utilización correcta de aditivos / conservantes en la industria alimentaria. Cuando un conservante / aditivo ha sido aprobado por estas entidades se establecen reglas y condiciones de uso, los cuales mencionan que no deben presentar riesgos significativos a la salud. Estos deben ser usados en proporciones adecuadas, ya que si se utilizan en altas cantidades la salud del consumidor puede salir afectada (Durán Ramírez , y otros, 2008).

Los productos lácteos bajos en grasa se caracterizan por someterse a un proceso de centrifugación o separación de la crema por gravedad (dejando que la leche permanezca quieta), lo que permite reducir significativamente su contenido de grasa, debido a este proceso mantienen una alta concentración de nutrientes esenciales para el consumidor, tales como: proteínas, calcio, minerales y vitaminas, sin el exceso de grasas saturadas. Por tanto, estos productos son cotizados en todo el mundo, no solo por su gran valor nutricional, sino que también aportan a la reducción de enfermedades cardiovasculares, que los convierte en un producto óptimo para dietas balanceadas y saludables (Durán Ramírez, y otros, 2007).

Existen distintos alimentos ricos en antioxidantes, pero sus beneficios no son tan conocidos. Dentro de esta clasificación de frutas y vegetales ricos en antioxidantes se encuentran frutos como las moras, uvas, mangos, arándanos y vegetales como las zanahorias, maíz morado, remolacha, entre otros. Estos alimentos, además de ser una excelente fuente de vitaminas y minerales, también ayudan a la conservación de los alimentos. Los antioxidantes presentes en las frutas y vegetales actúan como agentes protectores contra la oxidación y degradación, prolongando la vida útil de los productos, debido los radicales libres, manteniendo de este modo la calidad y seguridad de los alimentos, durante su almacenamiento y consumo del producto (Durán Ramírez, y otros, 2007).

El yogurt griego es un derivado lácteo reconocido alrededor de todo el mundo por su alto valor nutricional, destacándose por el contenido de proteínas, probióticos, prebióticos y otros nutrientes esenciales que tiene. Estos componentes ayudan protegiendo la flora intestinal, fortaleciendo el sistema inmunológico y generando beneficios a la salud del consumidor. Además, su alto contenido proteico, lo convierte en un óptimo producto para el aumento muscular y mantener una dieta equilibrada, generando múltiples beneficios para quien lo consuma (Durán Ramírez , y otros, 2008).

Por lo cual en la presente investigación se buscó una alternativa ante la degradación de la vida útil de una crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas de arándanos.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presencia de los microorganismos en los alimentos representa un gran desafío para la industria alimentaria, debido a que estos patógenos que se encuentran en el ambiente, llegan a provocar cambios indeseables en los productos. Entre las principales consecuencias de la contaminación microbiana están los sabores desagradables, el aumento de la acidez y la formación de pigmentaciones anómalas, llegando a comprometer la calidad y estabilidad del producto. Estos cambios generan un rechazo por parte de los consumidores, afectando a la salud del consumidor y poniendo en riesgo la sostenibilidad y rentabilidad de la industria alimentaria. Por lo cual es de gran importancia que se dé un desarrollo de estrategias efectivas para controlar el deterioro de los alimentos, garantizando así la calidad y seguridad del producto (Durán Ramírez, y otros, 2007).

Últimamente se ha visto una creciente preocupación de los consumidores hacia las industrias alimentarias, debido a la sustitución de ingredientes naturales por componentes más económicos. Este cambio en las formulaciones se debe a la demanda de producción y reducción de costos, generando la utilización de aditivos y conservantes químicos, aunque de buena calidad, para su uso en la industria alimentaria. Las antocianinas son componentes naturales que pertenecen a un grupo de pigmentos vegetales solubles en agua, que tienen grandes beneficios a la salud. Por lo cual no se han visto relacionados en las industrias alimentarias, debido a la falta de conocimiento por parte de las industrias y los consumidores. Esto es de gran preocupación ya que los conservantes químicos no causan enfermedades en ese instante al consumidor, sino que estos al ser consumidos en grandes cantidades y durante periodos prolongados, llegan a tener efectos adversos sobre la salud del consumidor. Por lo tanto, es necesario dar a conocer los grandes beneficios que

poseen los conservantes naturales, para generar un consumo más saludable, garantizando el bienestar a largo plazo del consumidor (Durán Ramírez, y otros, 2007).

Los conservantes químicos encontrados en los productos alimentarios procesados por las grandes industrias pueden ser perjudiciales para la salud a largo plazo, debido a que tienen cierto grado de toxicidad, aunque es bajo, resulta nocivo para el consumidor. No obstante, la ingesta moderada de estos conservantes en proporciones pequeñas, no llega a afectar significativamente la salud. En el Ecuador, una parte de la población prefieren ir disminuyendo la ingesta de conservantes químicos en sus dietas, motivados por el temor a las enfermedades que estos pueden causar a largo plazo. Como alternativa, los consumidores optan por alimentos sanos que contienen conservantes naturales, buscando de esta forma minimizar los riesgos asociados al consumo de productos procesados (Rodríguez Ortega , 2021).

Todas las células humanas, animales y vegetales contienen grasas, estas se van formando por medio de hidratos de carbono mediante un proceso bioquímico de transformación. Se llegan a distinguir dos clases principales de grasas: saturadas e insaturadas. Las grasas saturadas, son las causantes de presentar un mayor riesgo para la salud, ya que al ser consumidas constantemente eleva los niveles de colesterol LDL (colesterol malo) en la sangre, el cual está directamente relacionado con el aumento de las enfermedades cardiovasculares en los consumidores. Por lo tanto, es crucial encontrar alimentos sanos, donde estos ayuden a disminuir la ingesta de los alimentos altos en grasa saturadas y así favoreciendo el consumo de grasas insaturadas, debido a que tienen grandes beneficios ante los niveles de colesterol y la salud del consumidor (Durán Ramírez , y otros, 2008).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La adición de antocianinas de arándanos funciona como un antioxidante en una crema de yogurt griego bajo en grasa?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En las industrias alimentarias que se dedican al procesamiento de derivados lácteos, es primordial garantizar que las vacas destinadas al ordeño estén sanas. Este factor es crucial para que la calidad de la leche obtenida este en óptimas condiciones, cumpliendo con los más altos estándares sanitarios. Durante el procesamiento y la manipulación de estos derivados lácteos, es necesario que se sigan estrictamente las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los cuales incluyen protocolos rigurosos de

higiene y control hacia el producto. El cumplimiento de la normativa INEN en el Ecuador, es esencial para prevenir cualquier tipo de alteración y de contaminación microbiana que se puede encontrar en la leche, debido a que si su manejo no es adecuado puede llegar a comprometer la seguridad alimentaria y poner en riesgo la salud del consumidor (Durán Ramírez, y otros, 2007).

Los productos bajos en grasa son beneficiosos para la salud del consumidor, ya que su reducción en el contenido graso se acompaña de un aumento nutricional, que compensa la pérdida de ciertos nutrientes, aumentando su valor nutricional y sus beneficios a la salud. Así, estos productos mejoran la digestión del consumidor porque son más ligeros. Debido a todos los beneficios que tienen los productos lácteos bajos en grasa, ha generado una gran demanda a las industrias alimentarias, para que produzcan derivados lácteos con mayor valor nutricional, más saludables y de buena calidad (Durán Ramírez, y otros, 2008).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) se encarga de identificar productos alimentarios que tengan un alto valor nutricional y un significativo contenido de antioxidantes, dado que estos compuestos desempeñan un papel fundamental en la protección del organismo ante los radicales libres, siendo estas moléculas inestables asociadas a las distintas enfermedades crónicas. Entre las frutas que más se destacan por su actividad de antioxidantes y su alto valor nutricional están los arándanos, debido que son frutos ricos en antocianinas, flavonoides y distintos grupos de vitaminas, lo que le aporta una gran capacidad para neutralizar los radicales libres y contribuir significativamente a la salud del consumidor (Durán Ramírez, y otros, 2008).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar las antocianinas de los arándanos como antioxidante en la crema de yogurt griego bajo en grasa.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Extraer las antocianinas de arándanos mediante el método sólido- líquido.
- Evaluar las características sensoriales de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antioxidantes de arándanos.
- Determinar el tiempo de vida útil en la crema de yogurt griego con la adición de las antocianinas de arándanos.

- Determinar los parámetros fisicoquímicos de los dos mejores tratamientos de la crema de yogurt griego.

1.4.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Cuál será el porcentaje de grasa que tendrá la leche descremada?
2. ¿Cuáles son los parámetros que afectan a una crema de yogurt griego bajo en grasa?
3. ¿Cuál será el método de extracción de las antocianinas de los arándanos?
4. ¿Cuáles son los parámetros que afectan a las antocianinas?
5. ¿De qué manera se añadirá a la crema de yogurt griego bajo en grasa las antocianinas?
6. ¿Cuáles serán los parámetros para identificar a los mejores tratamientos?
7. ¿Qué tipo de conservación tendrá la crema de yogurt griego con la adición de las antocianinas?
8. ¿Qué tiempo de vida útil tendrá la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de las antocianinas?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Las antocianinas son flavonoides responsables del color característico de frutos como los arándanos y tienen un alto valor nutricional, actividad antioxidante y múltiples beneficios a la salud. En la presente investigación, se estudió un proceso de extracción de antocianinas a partir de arándanos frescos, orientado al uso en la industria alimentaria. Se realizó análisis en temperatura, pH y el tiempo de extracción, evaluando su impacto en el rendimiento de las antocianinas. El proceso de extracción se llevó a cabo mediante el método de sólido- líquido, utilizando un 50% etanol y 50% agua. Se obtuvo un resultado de antocianinas totales (RAT) de 49% a una temperatura de 28°C y un pH de 4,2. Se observó que, al prolongar el tiempo de extracción, la actividad antioxidante disminuía, lo que existe una degradación progresiva de las antocianinas. Además, se obtuvo que la extracción de las antocianinas alcanzó un punto de equilibrio en la concentración entre las partículas de los arándanos, seguido de una disminución, debido a la autodegradación de los compuestos fenólicos (Zapata L. M., 2014).

En la industria alimentaria, el consumo de antioxidantes es de gran relevancia debido a sus múltiples beneficios a la salud. En esta investigación, se centró en la optimización del proceso de extracción de antocianinas, presentes en los arándanos, utilizando el método de extracción de sólido – líquido. Se logró establecer variables que maximicen la eficiencia de la extracción, tales como la selección de la materia prima, la temperatura y el tiempo de extracción. Los resultados obtenidos mostraron que la concentración de las antocianinas totales, medida en cianidina-3-glucosido, alcanzó un $879,0 \pm 12,9$ mg/100 mL. En cuanto al contenido de fenoles totales, se obtuvo un valor de 1421 ± 67 mg GAE/100 mL. Además, la actividad antioxidante de los arándanos fue de 5730 ± 103 y 4872 ± 95 mg EAA/100mL, evaluada mediante el método de ABTS y DPPH respectivamente. Por lo cual la extracción de las antocianinas de arándanos es esencial para el desarrollo de nuevos productos en la

industria alimentaria, ofreciendo tanto beneficios funcionales como una mejor calidad nutricional para el consumidor (Zapata et al, 2014).

En la presente investigación se dará a conocer una evaluación integral de la composición y las características fisicoquímicas de los antioxidantes naturales, los cuales pueden moderar el deterioro celular de los alimentos. En este estudio, la leche como un producto lácteo, se destaca por su capacidad alta en compuestos fenólicos, carotenoides y péptidos bioactivos que actúan como un protector contra la oxidación. Por lo cual se propuso comparar diferentes marcas de yogurt griego utilizando el método de DPPH para conocer la actividad antioxidante que tiene este derivado lácteo y también conocer el porcentaje de proteína, acidez, pH y sólidos totales que estos contengan (Cabrera Álvarez, et al, 2020).

Los productos lácteos bajos en grasa han sido primordiales en este proyecto, que se centró en el desarrollo de un derivado lácteo específico con bajo contenido graso. En esta investigación, se evaluaron las características sensoriales de un yogurt formulado con tres distintas combinaciones de grasa y estabilizantes. El principal factor (A) analizado fue de los estabilizantes respectivamente 2g/L de CC-729 y 30g/L de inulina y el factor secundario (B) fue el porcentaje de grasa de la leche, evaluado en tres niveles de 1%, 2%, y 4%, lo que resultó en un total de seis tratamientos, además de incluir un yogurt elaborado con leche entera y con la adición de gelatina sin sabor como testigo. Para el análisis sensorial se realizó a 75 jueces no entrenados y los resultados obtenidos se los implementó en una prueba de Friedman. Los datos indicaron que al aumentar el contenido de grasa de la leche esta mejora en las características sensoriales del yogurt. En particular, el tratamiento T5 (3% de inulina y 2,5% de grasa) mostró una mejora en la estabilidad comparada con el testigo que obtuvo resultados más bajos (Montesdeoca Párraga, et al, 2021).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Leche de Vaca

Según CODEX STAN 206-199 la leche se la describe como la secreción mamaria obtenida de la vaca, por lo que la cantidad que se obtenga varía dependiendo de la raza del animal y de su cuidado. La leche que sale de las vacas Jersey y Guernsey son de las mejores razas porque se utiliza su leche para la producción de quesos, postres lácteos, mantequilla y distintos tipos de yogures (FAO, 2011).

La leche tiene un porcentaje de agua, que es utilizada como fuente de humedad en alimentos procesados tales como los pasteles, panes y sopas cremosas. También, contiene un porcentaje de azúcar del 5%, siendo de esta manera la lactosa un edulcorante de bajo índice y así este se convierte en una gran fuente de proteínas de alta calidad con el 31% que se encuentra en su composición. La leche aporta grandes beneficios a la salud, siendo esta una fuente de energía, proteínas, vitaminas, calcio, magnesio, selenio, riboflavinas, grasa natural, entre otras (Agricultura, 2017).

Debido al alto contenido de agua, la leche se la utiliza como base en la preparación de diferentes alimentos, su dulzor se encuentra en la lactosa con un porcentaje del 5% ya que esta tiene un bajo valor edulcorante. La leche es un producto de sabor suave, agradable al paladar, de olor inoloro y ligueramente dulce, por lo cual la leche es una gran fuente de fósforo y una excelente fuente de calcio (Durán Ramírez, et al, 2007).

2.2.1.1 Producción de leche de vaca en el Ecuador

El Ecuador es un país con gran producción de leche, como en el año 2011 que tuvo una mayor obtención de 1935 millones de litros, dando diariamente 532 millones de litros de leche en el país, además en el mismo año señalan que Ecuador estuvo en el tercer lugar con el 9,6% dentro de los países en Latinoamérica por su alta producción de leche (FAO, 2011).

2.2.1.2 Características Físicoquímicas

La composición de la leche cambia según el tipo que se obtenga para el proceso de diferentes derivados lácteos, ya que esta presenta una sustancia de composición compleja, el pH que este contiene se aproxima a la neutralidad. El suero de la leche se compone de una solución neutra que contiene lactosa y sales minerales, como de igual manera es una emulsión de materia grasa, en forma globular, consigo se presentan analogías con el plasma sanguíneo del ovino (Durán Ramírez, y otros, 2007).

El azúcar que se encuentra en la leche esta disuelta el 87% de agua que esta contiene, como de igual manera tiene disueltas 4 vitaminas liposolubles: tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico, como de igual manera una pequeña cantidad del fosfato de calcio se encuentra distribuido en aquella solución (Charley , 2014).

Tabla 1. Composición de la leche de vaca.

COMPONENTE – composición (100g de alimento)
Energía (kcal) 63
Agua (g) 87,8
Proteínas (g) 3,1
Grasa total (g) 3,5
Carbohidratos totales (g) 4,9
Calcio (mg) 106
Fósforo (mg) 94
Zinc (mg) 0,4
Hierro (mg) 1,3
Vitamina A equivalentes totales (µg) 28
Riboflavina (mg) 0,2
Niacina (mg) 0,12
Retinol (µg) 28

Fuente. (Alais, 2003).

2.2.1.3 Dispersión Coloidal

La caseína que contiene la leche tiene aproximadamente el 80% de proteína, estas caseínas son diferenciadas por 3 distintas: alfa- beta- y kappa-caseína. Por lo cual el alfa- caseína suma algo más de la mitad, la beta -caseína suma de un cuarto a un tercio, la Kappa-caseína sumas 15 porciones y la γ -caseína del 3 al 5% del total de la caseína. Además, el causante de que la leche sea de color blanca o blancura opalescente son las micelas, las cuales son origen de la unión de las caseínas y sales de la leche, haciendo referencia a un complejo micelar determinado fosfocaseinato de calcio (Charley , 2014).

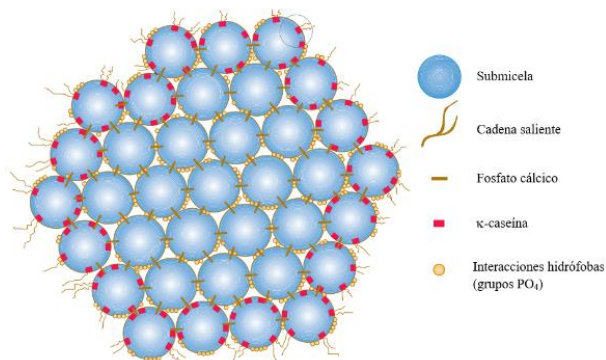


Figura 1. Micelas de caseína de la leche de vaca.

Fuente. (Charley , 2014).

Hay que tomar en cuenta que un monómero suma su forma elipsoidal, parte de los grupos no polares se van hacia el interior hidrofóbico y la porción ácida que es

cargada hacia un extremo, y de esta manera se genera los enlaces hidrofóbicos y de tipo polar (Charley , 2014).

2.2.1.4 Emulsión

La leche está compuesta por grasa, la cual tiene pequeñas gotas o glóbulos de un diámetro de 3 a 6 micras. Por lo tanto, los glóbulos de grasa varían tanto en la raza de la vaca y el cuidado que se les dé. Con respecto a la raza de las vacas la Jersey y Guernsey contienen más glóbulos de grasa más grandes que en la raza de vaca Holstein. La emulsificación alrededor de los glóbulos de grasa de la leche es más compleja que cualquier alimento con partículas sólidas (Charley , 2014).

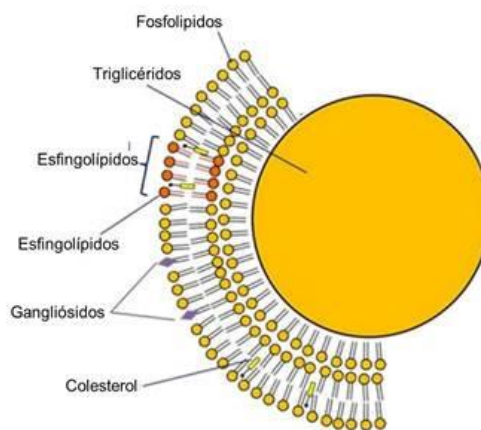


Figura 2. Estructura de la membrana del glóbulo de grasa en la leche.
Fuente. (Charley , 2014).

2.2.1.5 Homogeneización

Para la eliminación de del desnatado en la leche se utiliza la homogeneización. Se lleva a cabo mediante el forzamiento bajo presión de la leche a través de finos poros que reducen los glóbulos de grasa a un diámetro de 2 micrómetros. Dado que entre mayor sea la presión, más pequeños serán los glóbulos de grasa en la leche (Charley , 2014).

Al formarse varios glóbulos de grasa más pequeños la superficie de la grasa aumenta en gran cantidad. Además, mientras avanza la homogeneización, el material emulsificante original se llega a complementar junto a la proteína de las fases acuosas de la leche. Por lo cual la homogeneización al tener los glóbulos de grasa pequeños y su densidad por la caseína absorbida elimina el desnatado visible (Charley , 2014).

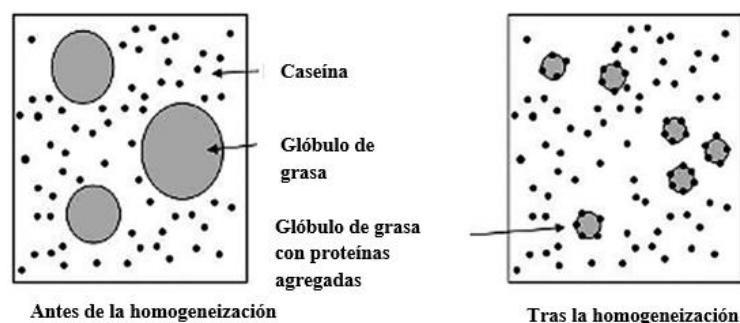


Figura 3. La homogeneización en la leche.

Fuente. (Charley , 2014).

2.2.1.6 Temperatura de la leche

Para la conservación de la leche es de gran importancia tener óptimas condiciones de temperatura, de las cuales están dadas de 2 y 4°C para que estas sean almacenadas sin ningún tipo de tratamiento adicional. Si se llega a tener leche que está tibia o no se encuentra en las temperaturas de frío adecuadas, esta se debe enfriar rápidamente para que los productos que se elaboren con tal leche salgan de la mejor calidad y no se vean perjudicados a la hora de su producción (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

2.2.1.7 Contaminación en la leche

Cuando se tiene una alta contaminación microbiana en la leche, se dará una menor capacidad para conservar y no tendrá una larga vida útil. Uno de los microbios más importantes es la psicotrófica, la cual es responsable del deterioro de la leche durante su conservación en refrigeración, por lo cual cuando se tiene una cantidad de 10^6 MO/ml indica que es una leche con principios de deterioro irreversible por causa del metabolismo y catabolismo, por lo tanto, al obtener una leche con 10^5 MO/ml posee una conservación nula. Cuando se tiene una leche con una cantidad de 10^4 o 10^3 MO/ml es apta para el consumo y para su almacenamiento, dependiendo únicamente de la temperatura (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

2.2.1.8 Inhibidores de crecimiento microbiano

Dentro de los inhibidores tenemos los antibióticos, sulfamidas y entre antimicrobianas y sus metabolitos, debido a que en estos se generan los principales problemas de la contaminación y se llega a implementar la inhibición de los fermentos lácticos, para

que los productos tengan una mayor vida útil (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

Tabla 2. Principales inhibidores de crecimiento microbiano y su mrls.

Inhibidor de crecimiento microbiano MRL (µg/kg)
Penicilinas
Bencilpenicilina (4)
Ampicilina (4)
Amoxicilina (4)
Oxacilina (30)
Cloxacilina (30)
Dicloxacilina (30)
Penetamato (4)
Cefalosporinas
Ceftiofur (100)
Cefquinona (20)
Cefarina (20*)
Tetraciclinas
Tetraciclina (100)
Oxitetraciclina (100)
Clortetraciclina (100)
Macrolidos
Neo-espimaricina (200)
Tilosina (50)
Eritromicina (40)
Aminoglicósidos
Espectinomicina (200)
Estreptomina (200)
Dihidroestreptomina (200)
Gentamicina (100)
Neomicina (500)
Quinolonas
Marbofloxacin (75)
Polimixinas
Colistina (50)
Ansamincinas + anillo naftalénico
Rifamicina (60)
Sulfamidas
Sulfamidina
Sulfametoxina (100)
Sulfameracina
Sulfatiazol
Sulfadiazina
Diaminopirimidin derivados
Trimetoprim (50)
Baqueloprim (30)
Nitrofuranos 0
Nitroimidazoles
Ronidazol (0)
Dimetiazol (0)
Otros quimioterapéuticos
Dapsone (0)
Cloranfenicol (0)
Novoviocin (100*)

Fuente. (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

2.2.1.9 Materia grasa en la leche

La grasa de la leche se distribuye en dos grupos diferentes como: los lípidos (triglicéridos, monoglicéridos, lecitinas, cefalinas, estinogemelina y cerebrósidos) y las grasas no saponificables (betacarotenos, beobetacarotenos, xantofilas, colessteroles, dehidrocolessteroles, ergosteroles y vitaminas liposolubles A, D, E y K (Keating & Rodríguez , 2013).

Tabla 3. Proporción y fusión de los ácidos grasos de la leche.

Ácidos grasos	Porcentaje de grasa	Punto de fusión °C
Butírico	3.5	-7.0
Caprónico	2.0	-8.0
Capílico	1.0	16.5
Caprico	2.0	31.3
Laurico	2.5	43.6
Mirístico	10.0	54.0
Palmítico	25.0	63.0
Esteárico	10.5	69.3
Alaquídico	0.5	77.0
Oleico	33.0	13.0
Linoleico	4.0	-18.0

Fuente. (Keating & Rodríguez , 2013).

Tabla 4. Propiedades de la leche estándar en las principales razas de vacuno lechero.

Raza	Proteína	Grasa	Lactosa	Ceniza	Rendimiento
Jersey	4,0	5,2	4,9	0,77	19-25
Suiza Parda	3,5	4,0	4,9	0,74	21-29
Guernsey	3,7	3,7	4,7	0,76	18-26
Holstein - Friesian	3,3	3,5	4,7	0,72	25-35
Ayshire	3,5	3,9	4,6	0,72	19-27

Fuente. (Chandan & Kilara, 2013)

2.2.1.10 Tipos de Leche

- Leche cruda y enfriada: La leche cruda recién ordeñada tiene una temperatura promedio de 35°C, teniendo un gran valor nutricional y por lo cual la vuelve vulnerable al crecimiento de diversos microorganismos. Por este motivo es necesario refrigerar la leche a temperatura de 3 - 4°C, hasta poder ser procesada por otro método de conservación; pero de igual manera es importante tomar en cuenta el no reducir mucho la temperatura ya que a niveles más bajos podrían generar el congelamiento de la leche y perdería gran cantidad de su valor nutricional y sensorial (Castro Ríos , 2011).

- Calentamiento o termización: La termización es un tratamiento térmico para la conservación de la leche con el objetivo de reducir la carga microbiana. Este proceso es un poco más prolongado que el anterior hasta que se pueda generar un proceso de pasteurización. En este método debe tener un calentamiento de 62°C de 15 a 20 segundos y pasará a un enfriamiento rápido en temperaturas de refrigeración de 4°C. Este proceso ayuda a controlar el crecimiento microbiano y no perder la calidad nutricional de la leche (Castro Ríos , 2011).
- Leche pasteurizada: Este método de conservación de leche es fundamental en cada industria de alimentos, en donde consiste en someter a la leche cruda a determinadas temperaturas y tiempos adecuados para destruir microorganismos patógenos. Este método evita que se pierdan las características sensoriales, físico – química y nutricionales de la leche. Para una pasteurización de flujo “continuo – rápido” que se llegan a aplicar temperaturas de 72 y 76°C y tiempo de 15 segundos; por otro lado, para una pasteurización “discontinua – lenta” se aplican temperaturas de 61 y 63°C durante 30 minutos (Castro Ríos , 2011).
- Leche enriquecida en calcio: Esta leche se la distingue por ser entera, semi o desnatada, el contenido de calcio que posee es de 1600 miligramos /litro. Las leches bajas en grasa tienen un alto porcentaje de vitaminas A y D, las leches semi y desnatadas pierden estas vitaminas anteriormente dichas (Bello, y otros, 2004).
- Leche esterilizada: En este tipo de método se genera la ausencia completa de microorganismos malos. Para obtener una leche completamente estéril esta debe de llegar a una temperatura de 121 - 163°C y mantenerla por más de 10 minutos. Al morir todo tipo de MO dañino, cambian las propiedades físico – químicas la cual no sería apta para el consumo humano (Durán Ramírez, et al , 2008).

2.2.1.11 Pasteurización de la leche

La leche cruda suele llevar microorganismos provenientes del ganado vacuno, de los que pueden llegar a tener fiebre tifoidea, escarlatina, difteria, faringitis séptica y tuberculosis. Por lo que hay que pasteurizar la leche, realizando un tratamiento de aumento de temperatura, eliminando así las bacterias patógenas de la leche. Este tipo de método se calienta a 63- 68°C durante 30 minutos, estas temperaturas están por debajo de la ebullición, debido a que al aumentar puede llegar a causar daños irreversibles en las características físico – químicas del producto (Charley , 2014).

La enzima fosfatasa que contiene la leche, sirve como un indicador interno para conocer la adecuada pasteurización. La prueba de fosfatasa es muy sensible, si se

llega a añadir un 0,1 % de leche cruda a la leche pasteurizada, se logra detectar que la temperatura este bien en el rango establecido. Como de igual manera la enzima lipasa se inactiva por la pasteurización, por lo que impide que la leche ya homogenizada se llegue a ser rancia (Charley , 2014).

La leche se llega a clasificar según el recuento de microorganismos que esta posee, tal como la leche de grado A debe tener un máximo de 20,000 por mililitro de leche. Este tipo de leche se puede llegar fortificar con vitamina A y D, por lo tanto, para esta leche de grado A fortificada con vitamina A, se debe tener 2000 unidades internacionales por cuarto, la leche fortificada con vitamina D debe tener 4000 unidades Farmacopea por cuarto (Charley , 2014).

2.2.1.12 Leches fermentadas

Este producto se obtiene con la fermentación de la leche, elaborado con microorganismo adecuados para su uso y con resultados en la reducción del pH, ya sea con coagulación o sin ella. Los cultivos lácticos que se usan deben de ser viables, activos y abundantes en el producto hasta su fecha de caducidad. Este tipo de producto debe tener una consistencia homogénea, el sabor y olor se debe de caracterizar por su frescura, sin que tenga sustancias extrañas, un color blanco, textura cremosa, lisa y uniforme (INEN 2395, 2011).

Las leches fermentadas se caracterizan por ser realizadas con bacterias lácticas u otro tipo de microorganismos aptos para la fermentación de la leche, las cuales llegan a transformar la lactosa en ácido láctico y otros metabolitos. Uno de los principales cambios de la leche al fermentarse es la disminución del pH (1,4-4,0), cuando se produce un descenso y se produce la coagulación de la caseína, que forma un gel, e inhibición del desarrollo de microorganismos (patógenos). Debido a la producción del ácido láctico y otro tipo de metabolitos como el ácido acético, agua oxigenada, bacteriocinas y potencial de óxido-reducción bajo. El consumo de estas es vital para otros microorganismos, además, hay que tomar en cuenta que durante la fermentación se produce metabolitos como el acetaldehído y diacetilo, los cuales aportan en el aroma al producto fermentado y los polisacáridos le dan a la leche fermentada un textura suave y cremosa (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

2.2.1.13 Bebidas del lactosuero

Las bebidas lácteas tienen un elevado valor nutricional, muy cotizadas por el consumidor y en programas gubernamentales. El contenido de proteína y grasa que estas contienen varían entre un rango de 1 y 33 g/L, tales como se las encuentra en leches descremadas, semidescremadas y enteras (Endara Figueroa , 2002).

2.2.1.14 Suero de leche

El suero de la leche es el líquido que queda al final de un subproducto lácteo, en donde se bate la crema o la leche y se llega a quitar la grasa. La leche que es utilizada puede encontrarse tanto dulce como agria o un poco acida y esta es parecida a la leche descremada, excepto por una diferencia de la cual contiene fosfolípidos y proteínas de las membranas de los glóbulos de grasa que esta leche llega a presentar (Charley , 2014).

2.2.1.15 Efecto del calor sobre la caseína

Las micelas de caseína dispersas coloidalmente son insensibles al pH de la leche fresca, al aplicar un calor ni tan alto— ni tan bajo no altera la estabilidad de las micelas de caseína. Además, la leche dulce se puede mantener durante 4 horas en la ebullición antes de que el complejo de caseína se llegue a desestabilizar y se genere la coagulación (Charley , 2014).

2.2.1.16 Efecto del calor sobre el color y sabor en la leche

Si se llega a implementar una alta temperatura en la leche favorece en la reacción de azúcar- amino que hace que se produzca un color café. Por lo cual tanto el sulfuro de hidrógeno y el metil sulfuro (derivados de las proteínas) constituyen al sabor de la leche que se llega a calentar. Se obtiene δ -decalactona cuando la grasa de la leche es calentada. Los compuestos polifenólicos se los llama "taninos", son responsables de cuajar la leche al momento de calentarla. Estos compuestos causan astringencia y sensaciones agarrosa en la boca, además de generar deshidratación (Charley , 2014).

2.2.1.17 Efectos del ácido sobre la caseína

El pH de la leche fresca es de 6,6, haciendo que las micelas de caseína se dispersen, por lo cual, si se deja la leche cruda en un lugar cálido o caliente, el ácido de esta se acumula. Las bacterias que se encuentran en la leche se convierten en ácido láctico $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$, por lo cual al ser esta pasteurizada se vuelve agria (Charley , 2014).

Cuando se intenta disminuir el pH de la leche se acumula el ácido láctico, se rompe la estabilidad del complejo micelar y se genera la coagulación de la leche. El punto isoeléctrico de la caseína cuando su pH tiene una carga neta en el polímero es de cero y el punto en que menos es solubles es de 4,6. La caseína neutral, que general gel en su estructura se lo conoce como Fosfocaseinato de calcio (micelas dispersas coloidalmente) + H⁺ (iones hidrógeno) = Caseína neutra (gel) + Ca⁺⁺ (Charley , 2014).

Cuando se llega a formar este gel de la caseína neutra, las moléculas de esta se unen en punto aptos para obtener espacios capilares que atrapan el líquido. Cuando se genera un gel por medio de la leche por acción del ácido, están se llegan a definir como "leche coagulada" o "leche cuajada". La K-caseína que estabiliza a la micela no se ve afectada por una temperatura de 100°C durante 5 minutos en un medio neutro. Cuando se calienta la leche con un pH de 6,2, las tres cuartas partes de la K-caseína se precipitan (Charley , 2014).

2.2.1.18 Manipulación de leche y alimentos preparados con leche

Para la conservación de la calidad y seguridad de la leche líquida se puede mantener a temperaturas bajas, por lo cual se conserva 3 veces más si esta es refrigerada a 2°C (35°F). La leche que es expuesta a la luz fluorescente con una intensidad de 300 bujías -pie a una temperatura de 4,4°C (140°F) durante 48 horas, llega a perder el 11% de su riboflavina en recipientes de vidrio y el 3% restante en recipientes de papel o dorado (Charley , 2014).

2.2.1.19 Bebidas del Lactosuero

La mayoría de las bebidas lácteas tienen un gran valor nutricional, proteínas, vitaminas, entre otras; las cuales las vuelve ideales para la salud del consumidor. Hay una gran problemática dentro de estas bebidas lácteas dependiendo de su clasificación tienen un alto porcentaje de grasa (Figueroa, 2002).

2.2.2 Cremas

Hay diferentes tipos de cremas en donde estas pueden llegar a ser frescas (cremas frescas y fleurettes), espesas (cremas maduradas), cremas montadas (cremas batidas). Para cada una de estas cremas tienen un tratamiento diferente tal como en las cremas fluidas las cuales se las elabora a partir de un tratamiento térmico, en la crema de fresca esta tiene un tratamiento de pasteurización o de esterilización

UHT, las cremas espesas se las obtienen a partir de un tratamiento de siembra con fermentos lácticos específicos de la crema pasteurizada y por último las cremas montadas se las elabora mediante un proceso de incorporación de aire ya sea esta pasteurizada o esterilizada a una temperatura de 4 y 10°C (Jeantet, Croguennec , Schuck, & Brulé, 2010).

2.2.3 Yogurt Natural

Los búlgaros fueron los que introdujeron el yogurt tradicional a la alimentación, hace 13 siglos, ya que este era un elixir de la juventud o conocida también como "la leche de la vida eterna", en ese tiempo se lo conocía al yogurt como "kisle mleko" en Europa. Con anterioridad al yogurt se lo utilizaba como crema para curar quemaduras y como embellecedor y mejora de cutis. Metchnikoff ganador del premio Nobel por su investigación en el yogurt, afirma que las bacterias que este tiene una acción inhibidora con respecto a la deposición de toxinas de bacterias que se encuentran en el intestino, ayudando a alargar la vida útil del mismo (Schmidt, 2011).

El yogurt natural se lo conoce como leche ácida, en donde este pertenece a un subproducto de derivados lácteos, que se lo obtiene mediante una fermentación láctica. El proceso que este conlleva dura varias horas y debe de inocularse las bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a una temperatura de 42 – 45°C. La reacción que generan estas bacterias son la transformación de los azúcares de la leche (Lactosa) en ácido láctico, lo que da a una coagulación de proteínas, dando un yogurt con gran valor nutricional y un toque de sabor a ácido característico de sí mismo (Castro Ríos , 2011).

El yogurt tradicional es una gran fuente de proteínas, fósforo, vitaminas y grasa, la acidificación que este producto tiene llega a transformar todos los componentes para una mejor digestión. El yogurt natural ayuda a regular las funciones digestivas, evitando el estreñimiento, además, estimula el metabolismo, tranquiliza los nervios, combate el insomnio, la hipertensión y las alergias (Schmidt, 2011).

El yogurt es una derivación de los lácteos, la cual se la conoce con otro nombre "Yogur o Yoghourt". Este yogurt se lo elabora a partir de la leche coagulada obtenida por medio de la fermentación láctica con la utilización de cultivos lácticos (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) a partir de la leche pasteurizada correctamente, leche concentrada pasteurizada, leche parcialmente

desnatada pasteurizada, con o sin adición de nata pasteurizada, leche en polvo, suero de leche en polvo, proteína de leche (Madrid Vicente, 2018).

2.2.3.1 *Streptococcus Thermophilus*

Este cultivo láctico se presenta en forma de células esféricas u ovoides de medidas de 0,7 a 0,9 μm de diámetro, las cuales son unidas en parejas o largas cadenas. El metabolismo que este tiene actúa en homofermentativa, de lo cual en la leche se llega a producir de un 0,7 a 0,8% de ácido láctico, algunas de estas cepas son capaces de producir hasta el 1% del ácido láctico. Estos ácidos lácticos producen los ácidos grasos volátiles tales como: fórmico, acético, propiónico, butírico, isovalérico y caprónico, produce además acetoina y cantidades pequeñas de acetaldehído (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

En la etapa de inoculación de este cultivo láctico la temperatura es de gran importancia, en el crecimiento de este cultivo debe ser del 42°C o 45°C, ya que esta al ser una bacteria termófila y una bacteria termodúrica, aguanta temperaturas de tratamientos de 30 minutos a 60°C, pero si se aumenta la temperatura este cultivo láctico muere y no se lograría inocular correctamente. Hay que tomar en cuenta que este cultivo es sensible a la presencia de inhibidores que crecen de 0,01 U.I de penicilina o 5 μm de estreptomycin/ml de leche y antibióticos. Además, estos son sensibles a la sal, no crecen en presencia de 4% de sal y algunas cepas en presencia de un 2% de sal (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

2.2.3.2 *Lactobacillus Bulgaricus*

Este cultivo láctico es una bacteria termófila, tiene bacilos alargados con la punta redondeada, separados o formados en cadenas, tiene de ancho de 0,8 a 1 μm y de largo tienen de 4 – 6 μm , además es homofermentativa produciendo en la leche 1,7% de ácido láctico, generando así pequeñas cantidades de ácidos grasos volátiles tales como: acéticos, propiónico, butírico, isovalérico, caprónico y cáprico; produce también acetoina, acetaldehído, acetona y 2-butanona. Este cultivo láctico crece a temperaturas de 42-45°C para su inoculación, solo algunas cepas aguantan temperaturas de 75°C durante 20 a 30 min (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

2.2.4 Yogurt Griego

La producción del yogurt griego es común en el Medio Oriente, siendo este también popular en países como Estados Unidos, México y algunos países de Latinoamérica. Este producto es el resultado de la combinación de leche entera debidamente pasteurizada, añadiéndole cultivos lácticos. Este yogurt griego es una combinación de la leche entera que se estandariza con crema de láctea, la cual debe de estar al 7% (Miranda, Ramírez, & Palma, 2016).

El gran porcentaje nutricional saludable que tiene el yogurt griego se define en vitaminas (riboflavina, niacina, vitaminas B6 y B12), proteínas (se degradan por proteasas y peptidasas, y así genera aminoácidos esenciales), carbohidratos (glucosa, galactosa y poco de lactosa), lípidos (ácido linoléico conjugado y derivados de cadena larga) y minerales (calcio, fósforo y magnesio) (Bello, y otros, 2004).

El Yogurt Griego se lo elabora al momento de colocar el yogurt tradicional o natural a baja presión, de este modo eliminar el contenido de humedad que tenga y se obtiene un producto concentrado, espeso y ácido. Además, tiene un mayor porcentaje de proteína, pero menor contenido de calcio (Jurado Gámez & Insuasty Santacruz, 2021).

El yogurt griego es una fuente proteína, calcio, potasio y vitaminas del grupo B. La textura de la crema de yogurt griego es gruesa y cremosa. Este yogurt tiene menos azúcar, contiene menos calcio, tiene el doble de contenido proteico, lo cual genera una sensación de llenura (Aldaza Cruz & Lancheros Molano, 2018).

La elaboración del yogurt griego empieza por la filtración de la leche para eliminar todo tipo residuos no deseados que se logren encontrar en la leche después del ordeño. La fermentación en este tipo de producto lácteo es importante ya que cuando se finalice el tiempo de fermentación se utilizará el lienzo blanco para eliminar el suero que este contenga, de este modo incrementando el suero en un 14% hasta el 21-23%. Además, el yogurt griego tiene un alto porcentaje proteico del 6- 7% y en grasa tiene aproximadamente un 10% (Miranda, Ramírez, & Palma, 2016).

Al momento de la elaboración del yogurt griego, se separa el suero de la proteína de la leche de vaca, de lo cual este se vuelve más espeso, tiene mayor concentración de proteínas, vitaminas, minerales y tiene un menor contenido de grasa y carbohidratos (lactosa) (Aldaza Cruz & Lancheros Molano, 2018).

La adición de los ingredientes para la elaboración de yogurt griego se debe agregar según lo indica la Norma INEN 2395:2011. Hay que tomar en cuenta que los microorganismos responsables de la fermentación láctica deben ser viables y estar presentes en los productos finalizados con una cantidad mínima de 1 /107 colonias por gramo o mililitro (Del Catillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2020).

Las normas de calidad utilizadas para la elaboración de productos lácteos tales como el yogurt griego (RD271/2014) estipula que el contenido mínimo de grasa será del 2% para los yogures con leche entera, para yogures con leche descremada es de 0,5% y 2%, y para el caso de yogures con leche desnatada debe ser inferior a 0,5%. Todos los yogures deben tener un pH igual o inferior a 4,6 y de este modo se da por finalizado la fermentación (Tolosa, Bullón, & Cárdenas , 2006).

2.2.5 Arándanos

Los arándanos son una fruta que se los identifica de forma casi esférica, la cual puede llegar a variar su tamaño de 0,7 a 1,5 cm de diámetro dependiendo del sitio y clima donde se los coseche, además también varía el color de estas de las cuales pueden recontarse entre azul claro hasta un azul oscuro. Esto se da ya que el arándano contiene en su interior la epidemia, la cual está cubierta por secreciones cerosas importantes para su identificación en variedad (Zapata, 2014).

Este fruto tiene un sabor dulce y al mismo tiempo ligeramente ácido, aproximadamente en un 15%. Durante su maduración, se llega a producir un ablandamiento de la fruta y así mejorar su sabor y textura. La temperatura y la humedad es de gran importancia para el almacenamiento y vida útil de los arándanos luego de la postcosecha, por lo tanto, la temperatura óptima para el almacenamiento para los mismos está entre los -0,5 y 0°C con una humedad relativa de 90-95% y de esta forma se logra prolongar la vida útil del fruto durante 1 mes aproximadamente (Zapata, 2014).

2.2.5.1 Valor nutricional de los arándanos

Los arándanos tienen una gran fuente nutricional ya que poseen pocas calorías y un bajo contenido de grasa y sodio, pero al mismo tiempo tiene un alto porcentaje de fibra dietética y son fuente de minerales (potasio, manganeso y magnesio) (Zapata, 2014).

Tabla 5. Valor nutricional de los arándanos.

Constituyente	Cantidad por 100 g	Constituyente	Cantidad por 100g
Agua	82-85g	Zinc	0,11mg
Calorías	55 kcal	Cobre	0,06mg
Proteínas	0,7g	Manganeso	0,27mg
Grasas	0,37g	Ácido ascórbico	13mg
Carbohidratos	14g	Tiamina	0,05mg
Fibras	1,3g	Riboflavina	0,05mg
Calcio	6mg	Niacina	0,35mg
Hierro	0,16mg	Ácido	0,09mg
Magnesio	4,7mg	pantoténico	0,03mg
Fósforo	10mg	Vitamina B6	6,2mg
Potasio	86mg	Ácido fólico	97 IU
Sodio	6mg	Vitamina A	

Fuente. (Zapata, 2014).

2.2.5.2 Producción de arándanos en Ecuador

En el Ecuador los arándanos son una de las frutas más exportadas, en las cuales se llega a producir en 50 hectáreas de siete provincias del país, como a un costado de Imbabura, Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, el Oro, Manabí, Azuay y cantón de Zapotillo (Loja) el cual fue debidamente aprobado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Ecuador tiene una gran ventaja en la exportación de arándanos ya que en cada sitio donde se cosecha los arándanos son fértiles, tienen un clima favorable, tiene mano de obra de calidad y la posición geográfica que esta tiene permite el desarrollo de frutos de muy alta calidad (Almeida, 2022).

Los arándanos tienen un gran valor nutricional teniendo como tal: fibra, antioxidantes, vitamina C y K, son bajos en calorías y tiene grandes propiedades medicinales (protege al sistema inmunológico), entre otros. El arándano cosechado en el Ecuador es exportado a diferentes países como España, Países Bajos y Alemania, siendo conocido como "la super fruta del siglo XXI" (Almeida, 2022).



Figura 4. Cosecha de arándanos en el Carchi.

Fuente. (Almeida, 2022).

2.2.5.3 Aroma de los frutos

El olor de la fruta se genera por medio de una mezcla compleja de constituyentes volátiles, por lo cual el olor es difícil de analizar debido a que la mayoría de los componentes que se encuentran en las frutas son insaturados y altamente inestables, entre los cuales se encuentran los ésteres, aldehídos, alcoholes, cetonas y terpenos. Hay que tomar en cuenta que el almacenamiento de las frutas, generalmente se hacen a temperaturas bajas, la cual ayuda a la disminución de la degradación y la respiración de estas, para tener un producto aceptable para el consumidor (Charley, 2014).

2.2.5.4 Contenido de humedad que puede afectar a los frutos

El contenido vegetal de los arándanos es flexible y sin vida, mientras que las células del tejido vegetal permanezcan vivas, el contenido de agua que estas tengan puede aumentar o disminuir rápidamente sin causar daño. La presión que se da dentro de la célula es necesaria para evitar la entrada del agua al fruto se la conoce como presión osmótica y no generar el deterioro de este (Charley, 2014).

2.2.6 Antocianinas

Las antocianinas individuales pueden llegar a ser rojas, púrpuras o azules. Este color depende de los grupos particulares unidos a la estructura básica y a la posición que tenga el compuesto del carbón el cual debe de estar unido. Cuando la pigmentación cambia de rojo a azul, se da por un aumento en el número del hidroxilo, tal y como sucede con la presencia de un di glucósido (Charley, 2014).

Para la identificación de cada uno de estos pigmentos se da por medio de subgrupos, tales como:

- Pigmentación color rojizo: Aglicón pelargonidina con un grupo -OH en la posición 4'.
- Pigmentación color azul: Cianidina con grupos -OH en las posiciones 3' y 4'.
- Pigmentación color azul oscuro: Definidita con grupos -OH en posiciones 3', 4' y 5'.
- Pigmentación color rojo (fresas): Glucósido de pelargonidina.

Las frutas que tienen un gran porcentaje de glucósidos de cianidina son las: zarzamora, arándanos azules, boysenberries (zarzamora + frambuesa + frambuesa americana), cerezas dulces (variedad de Windsor + Bing), cerezas agrias, grosellas

silvestres maduras granadas, cáscara de manzana roja de invierno, variedades de Jonathan, variedad de Stayman, variedad de uvas Flame Tokay (Charley , 2014).

La mayoría de estos frutos tiene una alta concentración de antocianinas, los más importantes están los arándanos ya que estos tienen un glucósido de cianidina, uno de peonidina que es semejante a la cianidina, excepto que esta molécula tiene un grupo metoxilo en la posición 3'. Por lo cual que la presencia de este grupo hace que cambie su pigmentación a rojo final (Charley , 2014).

En los arándanos las antocianinas son colorantes naturales de gran importancia en la industria alimentaria por ser no tóxico y por ser hidrosolubles, siendo usado como un colorante natural. Estas antocianinas contienen antioxidantes que son beneficiosos para la salud del consumidor, previniendo enfermedades cardiovasculares, neuronales, cáncer, diabetes, entre otras. Las metodologías que se encuentran para la extracción encontradas en las industrias alimentarias son utilizadas como una incorporación en alimentos para que aumente su valor nutricional y la vida útil del producto (Zapata, 2014).

2.2.6.1 Estructura Química

Las antocianinas son compuestos químicos que se los pueden encontrar en diferente clasificación de colores tales como rojos, azules y violetas en hojas, flores y frutos. Estos tipos de compuestos pertenecen a la familia de los flavonoides, además de ser glucósidos siendo estos constituidos por una molécula de antocianinas (agliconas + azúcar por medio del enlace β -glucosídico). Por lo tanto, el color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos de hidroxilo y metoxilo de las moléculas, si estos se llegan encontrar en hidroxilación deben de ser de color azul y si llegan a ser metoxilaciones su color se torna a un rojo (Zapata, 2014).

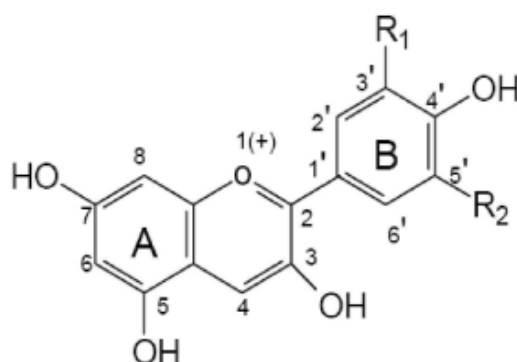


Figura 5. Estructura química de las antocianinas.
Fuente. (Zapata, 2014).

Tabla 6. Las antocianinas y sus componentes.

Aglicona	Substitución R ₁	Substitución R ₂	λ _{máx} (nm)
Pelargonidina	H	H	494(naranja)
Cianidina	OH	H	506(naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506(naranja-rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	508(azul-rojo)
Malvinidina	OCH ₃	OCH ₃	510 (azul-rojo)

Fuente. (Zapata, 2014).

2.2.6.2 Factores que afectan a las antocianinas

Las antocianinas pueden ser afectadas por agentes exteriores que dañan su estructura, tal como en la extracción de antocianinas de un material vegetal, durante un tratamiento térmico y/o durante el almacenamiento de tan producto. Por lo cual el pH es uno de los factores que afectan a las antocianinas y la estabilidad de su estructura es el pH, al encontrarse con un pH de 1 predomina el catión flavilio (color rojo) siendo este el más estable en la estructura, en valores de pH de 2 y 4 se pierde un protón y la adición del agua que este tiene. Cuando se tiene pH de 5 y 6 se identifican especies pseudobase carbinol, la cual llega a ser incolora y chalcona (color amarillo) por lo cual estos se vuelven más inestables. Al tener pH de 7 se identifica como una pérdida total de las antocianinas ya que estas llegan a degradarse rápidamente por causa de la oxidación con el aire o por el medio ambiente en donde este se encuentre (Zapata, 2014).

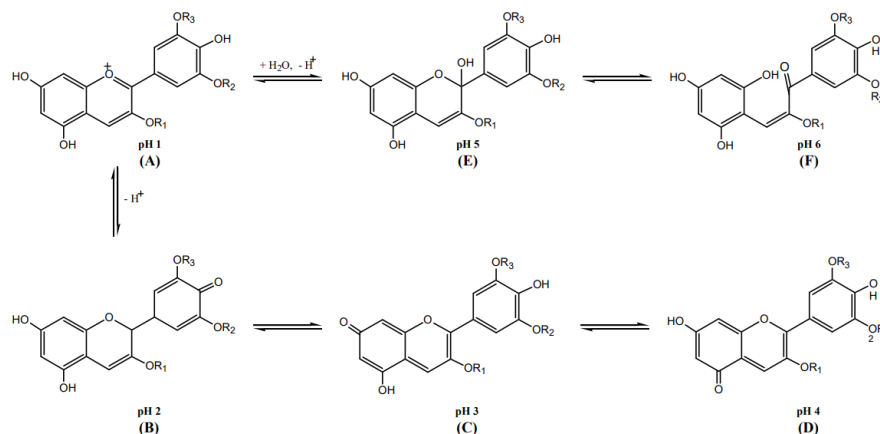


Figura 6. Estructura de las antocianinas.

Fuente. (Zapata, 2014).

2.2.6.3 Efectos de acidez sobre el color de los flavonoides

Las antocianinas son compuestos anfotéricos con la eficiencia de reaccionar tanto con ácidos como con bases. Las antocianinas se aparecen en una forma roja en medios ácidos (vacuolas de las células). La mayoría de estos pigmentos de las antocianinas cambian al anhidrido púrpura o a la base de color, esto se da a medida que la acidez en el medio se disminuye y el pH aumenta hasta llegar a 7 (Charley , 2014).

Cuando se genera un cambio de color a púrpura o azul, se la observa sobre la superficie en las bolitas de masa de bísquets con polvo de hornear que se cuecen sobre t con el vapor de zarzamora o con arándanos azules en compotas (Charley , 2014).

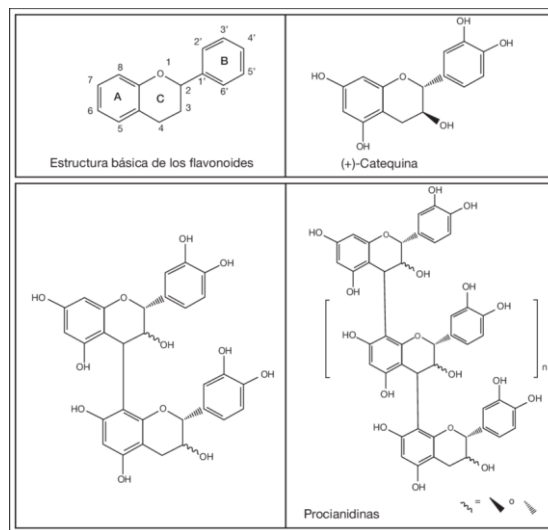


Figura 7. Estructura de la pigmentación de los flavonoides.
Fuente: (Charley , 2014).

2.2.6.4 Efecto de los iones metálicos

La pigmentación de las antocianinas y antoxantina, reaccionan con los metales, por lo cual los productos elaborados pueden generar cambios adversos en la apariencia de las frutas y verduras que tienen un alto porcentaje de pigmentación. Por lo tanto, una antocianina que tenga 2 o 3 grupos de hidroxilo libres en los carbonos adyacentes pueden unirse con el aluminio, estaño, o con el hierro para así formar un complejo azul, verde- azul o azul pizarra. Es primordial poner en contacto los frutos que tienen alto contenido de antocianinas con materiales hechos de hierro, estaño, o menor grado de aluminio (Charley , 2014).

El contacto de los materiales hechos de hierro, estaño o aluminio con la pigmentación de antocianinas genera una combinación de los iones metálicos a medida que estos son combinados con la lata por el ácido presente en los alimentos, ya que los pigmentos liberan el ácido por reacción continua con el metal y estos se ven afectados para ser utilizados en el procesamiento de alimentos (Charley , 2014).

Lo que se genera en el metal al colocar la pigmentación de las antocianinas, esta se abomba y con el tiempo empieza a perforarse, cuando el metal empieza a deslizarse cambia el color del alimento. Por lo tanto, entre menor sea la acidez del alimento, es más probable que el metal se rompa o perfore debido a que es una base de color de pigmentación la que hace reacción con el metal (Charley , 2014).

2.2.7 Conservantes

Los conservantes que son utilizados en las industrias alimentarias tanto para frutas y hortalizas buscan prevenir el deterioro microbiológicos y oxidación de los alimentos procesados. Entre los conservantes más usados son le benzoato, sulfitos, sorbatos, fosfatos y ácidos orgánicos (ácido cítrico y ácido ascórbico), los cuales deben ser utilizados en las proporciones que estipula Norma para que no se vea afectada la salud del consumidor (Castro Ríos , 2011).

Los conservantes de uso alimentario son sustancias añadidas a los alimentos para prolongar la vida útil y prevenir la descomposición de este causada por microorganismos patógenos, tales como las bacterias, mohos y levaduras, además de prevenir la oxidación que genera una acidez y pérdida del color y sabor característico del alimento. Estos conservantes llegan a clasificarse en dos categorías: conservantes naturales y conservantes sintéticos (Shukla & Choi, 2021).

Conservantes Naturales

- Ácido ascórbico (Vitamina C): Es un antioxidante utilizado en la prevención de la oxidación en alimentos tales como en frutas, verduras y productos cárnicos.
- Ácido cítrico: Es utilizado para el control del pH en los alimentos, mejorando la eficacia de los productos, estos se llagan a encontrar en frutas cítricas.
- Sal (Cloruro de sodio): Su uso es para la conservación de carnes y pescados, lo cual ayuda inhibiendo el crecimiento microbiano mediante la deshidratación.
- Azúcar: Es utilizado en conservas y mermeladas, en donde esta actúa mediante la creación de un ambiente inhóspito para el crecimiento de microorganismos dañinos.

- Extractos de especias y aceites esenciales: Estos se los encuentra en plantas, que tienen propiedades antimicrobianas y antioxidantes, tales como el romero, tomillo y el orégano.
- Vinagre (ácido acético): Es utilizado como un conservante natural en encurtidos y otros alimentos de origen ácido, ayudando a la inhibición del crecimiento bacteriano.

Conservantes Sintéticos

- Nitritos y Nitratos: Estos son utilizados en carnes curadas (jamón y salchichas) , el cual ayuda con la inhibición de la proliferación de bacterias , manteniendo el color rosado y fresco de la carne.
- Sorbato de potasio o Sorbato de sodio: Su uso es mayormente para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras en productos de derivados lácteos, horneados y en bebidas.
- Benzoato de sodio: Es utilizado en bebidas carbonatadas, jugos, salsa y condimentos, el cual actúa contra las bacterias patógenas, impidiendo el crecimiento de mohos y levaduras.
- Sulfatos y Dióxido de azufre: Su uso se lo encuentra en frutas secas, vinos y productos enlatados, ayudando a prevenir la oxidación y el crecimiento bacteriano.
- Butilhidroxianisol (BHA) y Butilhidroxitolueno (BHT): Son antioxidantes sintéticos que ayudan a la prevención de la rancidez en productos grasos tales como en aceites, margaritas y snack.

En la actualidad hay una gran demanda por parte de los consumidores, a que se implementen en los alimentos conservantes naturales o métodos de conservación sin aditivos sintéticos. Esta tendencia ha impulsado a que se realicen más investigaciones y desarrollos de nuevos proyectos, en donde se encuentren conservantes naturales que puedan ser utilizados de forma eficaz en la industria alimentaria. Como de igual manera con la mejora de las técnicas de pasteurización, esterilización y envasado en atmosferas modificadas, las cuales permiten prolongar la vida útil de los alimentos sin la necesidad del uso de conservantes artificiales, que su ingesta a un largo tiempo produce enfermedades crónicas a los consumidores (Shukla & Choi, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Dentro de esta investigación se dio un enfoque cuantitativo, ya que se realizó una recolección de datos para la comprobación de hipótesis en base a la medición numérica, en el análisis estadístico y un procedimiento metodológico.

La investigación tuvo un enfoque cualitativo, puesto que se realizó un análisis sensorial para la determinar la aceptabilidad del producto ante el consumidor.

3.1.2. Tipo de Investigación

Esta investigación fue de tipo experimental, debido a que se comprobó la obtención de las antocianinas del arándano como un antioxidante en la crema de yogurt griego bajo en grasa. Además, se realizó un análisis físico químico, nutricional, sensorial y microbiológico.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (H_0): La adición de antocianinas de arándanos como antioxidante y el porcentaje de descremado de la leche no influye en las características fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y microbiológicas de la crema de yogurt griego.

Hipótesis Alternativa (H_1): La adición de antocianinas de arándanos como antioxidante y el porcentaje de descremado de la leche influye en las características fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y microbiológicas de la crema de yogurt griego.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable dependiente

- Características Físico- Químicas.
- Características Microbiológicas.
- Características Sensoriales.

- Características Nutricionales.

Variables independientes

- Concentración de extracción de antocianinas de los arándanos.

Tabla 7. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
V. Independientes Adición de antocianinas del arándano en el yogurt.	Porcentaje	<ul style="list-style-type: none"> • 0,25 % • 0,50% • 0,75% • 1,25% • 1,50% • 1,75% • 2% 	<ul style="list-style-type: none"> • Gravimetría 	(Zapata, et al , 2014)
V. Dependiente Calidad de las antocianinas		<ul style="list-style-type: none"> • Actividad antioxidante • Humedad • pH 	<ul style="list-style-type: none"> • DPPH • Gravimetría • Potenciometría 	(Zapata L. M., 2014) AOAC 930.15 AOAC 981.12
	Fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> • Materia Grasa • Proteína • Acidez y pH • Sólidos totales 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerber • Kjeldahl • Acidez Titulable y Potenciometría • Gravimetría 	NTE. INEN 12 AOAC 984.13 AOAC 942.15 y AOAC 981.12 AOAC 930.15
Calidad del yogurt	Sensorial	<ul style="list-style-type: none"> • Color • Olor • Sabor • Textura • Viscosidad 		Ficha Técnica – Hoja de cata
	Análisis microbiólogo	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales • E. coli • Mohos y levaduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuento microbiológico placas Petri film. 	AOAC 991.14 AOAC 991.14 AOAC 997.02

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

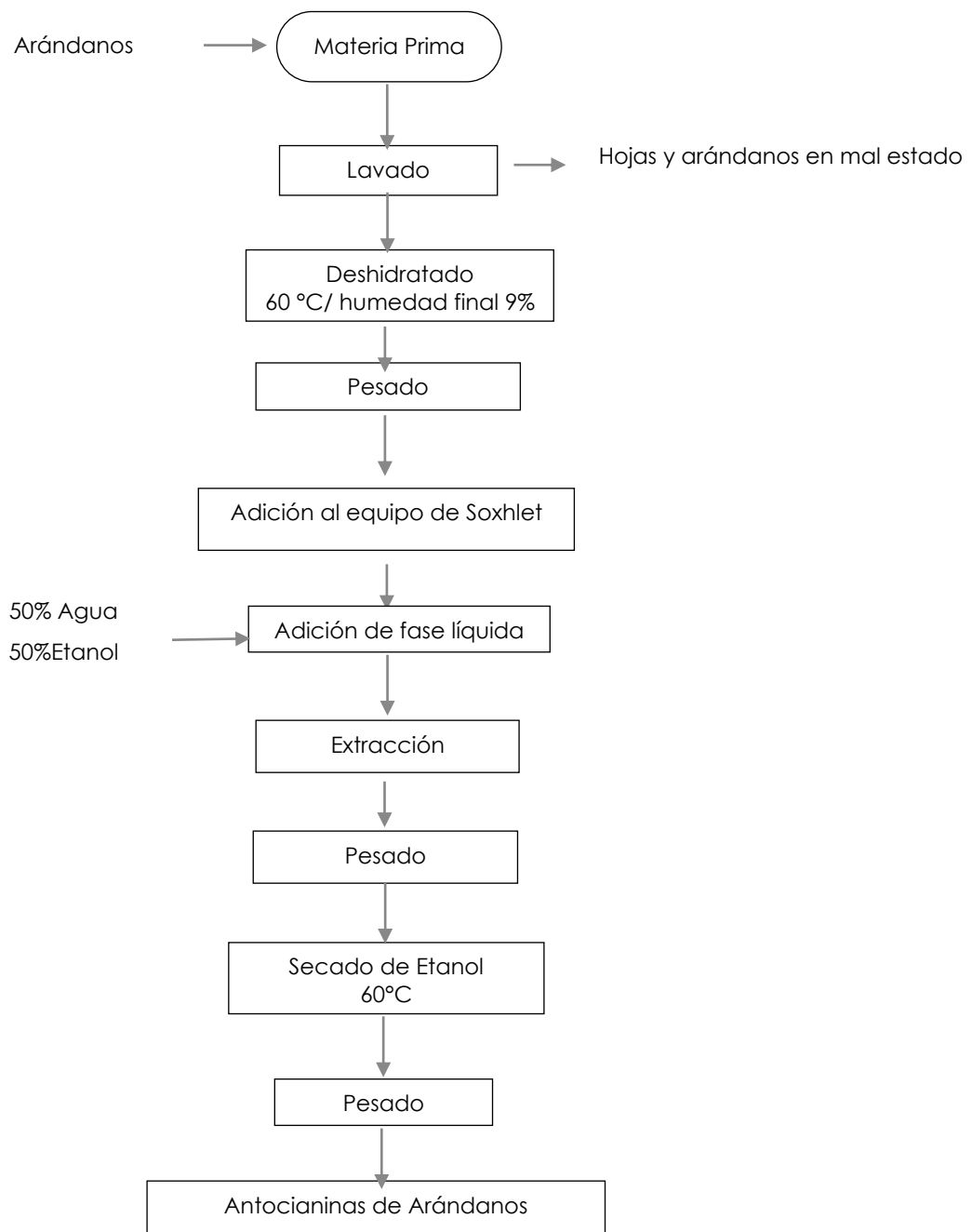


Figura 8. Diagrama de flujo para obtención de antocianinas de arándanos.

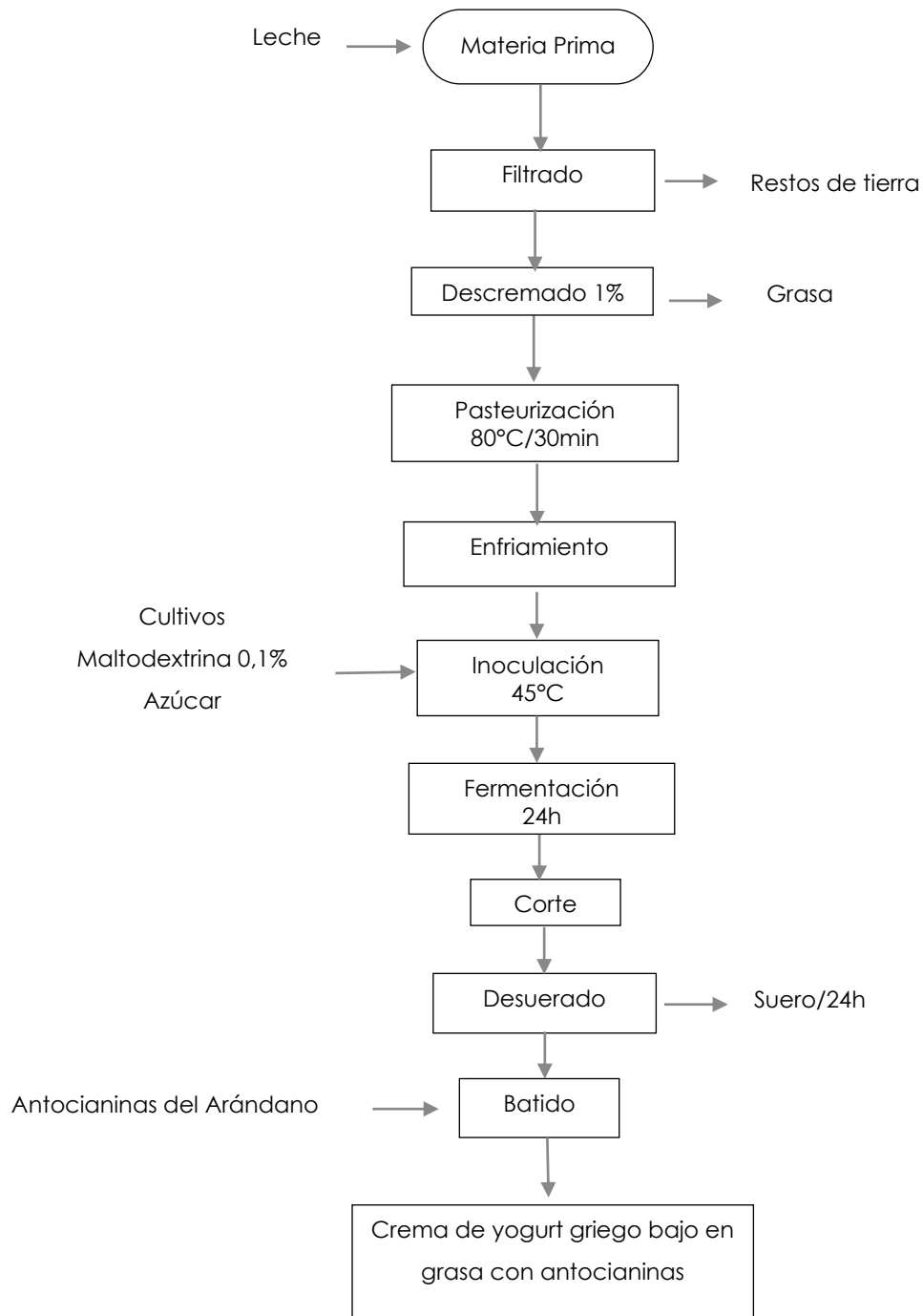


Figura 9. Diagrama de flujo para la elaboración de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas.

3.4.1 Obtención de la crema de yogurt griego.

1. Materia Prima: Se hace la recepción de la materia prima de la leche de vaca fresca.
2. Filtrado: Se filtra la leche de vaca con ayuda de un lienzo para desechar los residuos que suelen venir en la leche al momento del ordeño.
3. Descremado: Se realiza mediante la ayuda de la maquina descremadora de leche, donde se separar la grasa y la crema.
4. Pasteurización: Se pasteuriza la a 70°C durante 30 minutos, para destruir todos los microorganismos dañinos que pueden afectar al producto ya la salud del consumidor.
5. Enfriado -Inoculación Y Fermentación: Una vez que la leche este pasteurizada se dejar enfriar hasta que su temperatura este en los 45°C para que se pueda inocular, en lo cual se cola la maltodextrina, la leche en polvo descremada, los cultivos lácticos y el azúcar de los cuales deben de estar en fermentación durante 24 horas.
6. Cortado Y Desuerado: Cuando ya pasaron las 24 horas se saca el yogurt con ayuda de un lienzo, se lo deja en reposo en una nevera para que se filtre todo el suero durante 24 horas.
7. Batido: Se coloca en los 500 gramos de Crema de Yogurt griego en cada envase.

3.4.2 Determinación del porcentaje de humedad en arándanos.

- Secado: Una vez lavados y desinfectados correctamente los arándanos, se los coloca en una bandeja de forma separada para ser deshidratados en el equipo a una temperatura de 60°C.
- Porcentaje de humedad: Se coloca en el plato de metal del equipo de determinación de humedad 2 gramos de la muestra de arándanos deshidratados y se espera a que el equipo de un valor. Luego se lleva los valores recolectados a la fórmula para saber el porcentaje de humedad.

$$H = \frac{P.m. - P \text{ final}}{P \text{ muestra}} \times 100 \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

H= Humedad

P.m. = Peso de la muestra

P.f= Peso final

3.4.3 Determinación de antocianinas de arándanos.

Se coloca 300 gramos de muestra en el papel filtro en forma de embudo dentro del sifón del equipo soxhlet, luego se le añade 260 ml de etanol al 96%. El equipo debe estar a 36°C para la obtención de las antocianinas.

Una vez obtenida la solución se pasa el contenido de la destilación a un cristizador y se lo lleva a la estufa a 60°C para secar el etanol restante en la extracción. Al finalizar el secado del etanol se coloca las antocianinas en frascos ámbar y se refrigera a 2°C.

3.4.4 Determinación de la capacidad antioxidante por el método de DPPH.

Se preparó una solución madre del radical DPPH de concentración 200 mg/L, una vez obtenida la muestra madre, se realiza una dilución 1/10 de la solución madre con metanol. Para la determinación de la capacidad antioxidante del EA se mezcló 10 µL con 990 µL de solución diluida de la dilución, se agita durante 30 segundos a 1600rpm y se encuba a (25 ±1°C) durante 30 minutos. Luego se mide la absorbancia a 517 nm en un equipo de espectrofotometría. Como de igual manera se preparó la muestra de control mezclando 10 µL de agua destilada con 990 µL de la solución diluida del radical DPPH. Con los datos obtenidos se da a conocer el resultado con la siguiente fórmula para determinar la actividad antioxidante en los arándanos.

$$\text{RAT\%} = \frac{(\text{A control} - \text{A extracto})}{(\text{A control})} \times 100 \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

RAT= Rendimiento de extracción de antocianinas totales (%).

A control = Agua pura + solución DPPH.

A extracción = Muestra madre + solución diluida DPPH.

3.4.5 Determinación de grasa por el método de Gerber.

- Butirómetro de Yogurt: Se coloca en el butirómetro de yogurt 5 gramos de la muestra, 10 ml de ácido sulfúrico al 95% y 1 ml de alcohol isoamílico. Se limpia la boquilla del butirómetro y se lo tapa con ayuda del clavo, se lo afora suavemente para que se queme la grasa.
- Centrifuga de Gerber: Luego se coloca el butirómetro en la centrifuga de Gerber durante 5 minutos a 120 rpm.

- Baño María: Se lleva los butirómetros al baño maría a 65 °C durante 5 minutos sin voltearlos.
- Escala de lectura de grasa: Se lee mediante la escala del butirómetro el porcentaje de grasa que tiene la muestra.

3.4.6 Determinación de proteína por el método de Kjeldhal.

El método de Kjeldahl se basa en la determinación del contenido de nitrógeno en alimentos, por lo que este método da a conocer diferentes etapas.

- Digestión: Consiste en romper todos los enlaces de nitrógeno de la muestra y convertir todo el nitrógeno unido orgánicamente en iones de amonio, para lo cual se empieza tarando una cuarta parte del papel filtro y se coloca 1g de la muestra y se lo coloca en el tubo de boricilicato o digestión, se añade 15 ml de ácido sulfúrico, 2 pastillas kjeldhal (Catalizador de reacción) y 5 gotas de silicone o peróxido de hidrogeno al 25 o 30% (antiespumante).
- Bloque digestor: Debe estar a una presión de 420, una vez que llegue a esa temperatura se tomara el tiempo de 1 hora para seguir con el siguiente procedimiento.

Una vez finalizado este proceso se destapa los tubos de boricilicato o tubos de digestión, deben de empezar a tener una coloración verde y se los lleva a la cámara de flujo para que se enfríe y el gas que se encuentra en ellos disminuya para que no afecte a la salud de las personas, con mucho cuidado se coloca 80 ml de agua destilada y se lleva a la máquina de kjeldhal.

Nota: La muestra se debe de hacer por triplicado.

- Destilación: Una vez colocado el tubo de boricilicato en la máquina de destilación se calienta la muestra hasta que ebulle luego se apaga y se deja la muestra que repose, de este modo se añade 70 ml de hidróxido de sodio lentamente hasta que la muestra cambie de un color verde a un negro, se prende nuevamente la maquina y se la deja que caliente para que destile correctamente.
- Titular o Valoración: En un Erlenmeyer de 250 ml se coloca 30 ml de ácido bórico y 3 gotas de indicador (shirotahiro), una vez que empiece a destilar el equipo se coloca el Erlenmeyer y se deja que destile hasta un volumen de 150 ml. Una vez obtenido el volumen se lleva a titular con ayuda de una bureta, se añaden 3 gotas de HCL hasta que la solución se torne de un azul claro a un rosa transparente.

$$\text{Proteína} = \frac{0,1 \text{ N} \times \% \text{acidez} \times 1,4007}{\text{P muestra}} \quad \text{Ec.3}$$

Donde:

% acidez= porcentaje de acidez de cada una de las soluciones.

P.m = Peso de la muestra.

3.4.7 Determinación de acidez.

Se coloca 10 gramos de muestra en un Erlenmeyer de 250 ml, se añade 10 ml de agua hervida fría con 3 gotas de fenolftaleína como indicador, se mezcla todo hasta que se disuelva completamente. Se coloca en una bureta HCL (hidróxido de sodio) al 0,1 N, y se deja caer gota a gota en la solución del Erlenmeyer hasta que la solución se torne de un color rosa claro.

Nota: Por cada muestra se debe de hacer por triplicado para la obtención del porcentaje de acidez.

$$\text{Acidez} = \frac{\% \text{acidez} \times 0,1 \text{ N} \times 0,09}{\text{P muestra}} \times 100 \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

A= Acidez.

% acidez = Porcentaje de la obtención de la muestra.

0,1 N = Valor de NaOH.

0,09 = Valor de ácido láctico dependiendo del tipo de producto lácteo.

P.m = Peso de la muestra.

3.4.8 Determinación de pH.

En un vaso de precipitación de 100ml se coloca 10 gramos de la muestra y 90 ml de agua destilada, se mezcla bien con ayuda de una varilla de agitación, luego se filtra 25ml de la muestra y se coloca el sensor del potenciómetro en el vaso de precipitación con la solución y se toma el valor que marque el equipo de potenciometría. Una vez obtenido el valor de cada semana se hace un gráfico de barras para conocer en qué semana se encontró una variación.

3.4.9 Determinación de sólidos totales.

Se tara 3 crisoles por cada muestra a analizar a una temperatura de 105 °C durante 3 horas, luego se coloca los crisoles con ayuda de una pinza en el desecador durante

15 minutos. Se lleva el crisol a pesar y se añade 3 gramos de la muestra y se lleva a la estufa a 70°C durante 14 horas una vez acabado el tiempo se coloca las muestras en el desecador durante 15 minutos. Pasado el tiempo determinado, se pesa la muestra y se nota de cada peso.

Obtenidos los pesos necesarios, se realizan los cálculos con la fórmula de sólidos totales.

$$ST = \frac{P_{cms} - P_{cv}}{P_{mi}} \times 100 \quad \text{Ec.5}$$

Donde:

H= Humedad.

Pcms= Peso de la capsula de la muestra seca.

Pcv= Peso de la capsula vacía.

Pmi= Peso de la muestra inicial.

3.4.10 Análisis Microbiológico.

- Agua peptonada: Por cada 15 gramos de muestra se coloca 1000 ml de agua esterilizada. Dependiendo de cuantas muestras se tenga se hace la regla de tres para sacar el total de ml para preparar el agua peptona.
- Muestra madre: Se toma 10 g de la muestra, se le coloca en una funda ziploc y se añade 90 ml de agua peptonada y se lo lleva al Stomacher o Triturador homogeneizador durante 30 segundos.
- Siembra: Se añade en cada tubo 9 ml de agua peptona y 1 ml de muestra madre solamente en el tubo de 10⁻¹, luego se lleva el tubo al Vortex y luego se saca 1 ml de la solución y se lo coloca al siguiente tubo de 10⁻², de esta manera se sigue el mismo proceso hasta el tubo de 10⁻⁵.
- Siembra: Se toma 1 ml de la solución de 10⁻¹, 10⁻³, 10⁻⁵ y se las coloca en la placa respectiva, donde por cada tubo son 3 cajas Petri y se coloca 20 ml del agar para mohos y levaduras; en el caso de tener placas Petri film solo se coloca la solución de los tubos correspondientes.
- Para *mohos y levaduras*: Para mohos y levaduras se utiliza el agar ---la temperatura de crecimiento es de 25°C – 48 horas.
- Para *E. coli* y *Coliformes totales*: Para la determinación de estos microorganismos se utiliza el agar 32°C – 24 horas.

Nota: Mediante una fórmula apta para la determinación de cada microorganismo se obtiene un valor del cual se hará la debida discusión según la Norma INEN adecuada. Una vez obtenido los cálculos se hace una curva de crecimiento para corroborar en

$$\text{UFC /G} = \frac{\# \text{Colonias} \times \text{FD}}{\text{VS}} \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

UFC/G = Unidad formadora de colonia sobre gramos.

#Colonias = Promedio del número de colonias encontradas.

FD= Número de veces que debe diluirse una solución, se coloca el valor donde se haya encontrado más número de colonias.

VS= Parámetro de acuerdo con el microorganismo determinado.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el siguiente estudio experimental de investigación, se necesitó realizar los siguientes niveles de estudio, en donde se usó la adición de antocianinas de arándanos como antioxidante, además fue necesario la implementación de un diseño factorial A con siete factores.

3.5.1 Tratamientos

Factor A: Concentración de extracción de antocianinas del arándano. (50% etanol-50% agua), en concentraciones de 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.25%, 1.50%, 1.75%, 2%.

Tabla 8. Variables con concentraciones y tratamiento.

VARIABLE	CONCENTRACIÓN	TARTAMIENTOS
Concentración de extracción de antocianinas	A1: 0,25	A1
	A2: 0,50	A2
	A3:0,75	A3
	A4: 1,25	A4
	A5: 1,50	A5
	A6: 1,75	A6
	A7:2	A7

En el tratamiento "A" se tuvo una concentración de 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.25%, 1.50%, 1.75%, 2% de antocianinas de arándanos. Con el factor "A" se obtuvo un análisis de 1, dando 7 tratamientos a los cuales se les realizó 4 repeticiones. Dando un total de 28 repeticiones.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se implementó un análisis de varianza. La existencia de diferencias significativas entre los niveles se determinó

mediante un TUKEY, empleando un nivel de significancia del 95% de confianza y 5% de margen de error.

Para el análisis sensorial, se aplicó una prueba de aceptación para identificar la aceptabilidad en la crema de yogurt griego bajo en grasa. Las muestras de los ocho tratamientos fueron codificadas de manera aleatoria, y los atributos evaluados en el laboratorio sensorial fueron: Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, con una escala hedónica de 7 puntos.

Tabla 9. Escala de valores de aceptabilidad.

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

3.6 FORMULACIÓN

Tabla 10 Tratamiento A1

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	0,25% adición
	TOTAL= 100%

Tabla 11 Tratamiento A2

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	0,50% adición
	TOTAL= 100%

Tabla 12. Tratamiento A3

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	0,75% adición
	TOTAL= 100%

Tabla 13 Tratamiento A4

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	1,25% adición
	TOTAL= 100%

Tabla 14. Tratamiento A5

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	1,5% adición
	TOTAL= 100%

Tabla 15. Tratamiento A6

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	1,75% adición
	TOTAL= 100%

Tabla 16 Tratamiento A7

	PORCENTAJE
Leche descremada (Grasa de la leche 1%)	87%
Yogurt natural (cultivo iniciador)	8,9%
Leche en polvo	2%
Azúcar	2%
Maltodextrina	0,1%
Antocianinas arándano	2% adición
	TOTAL= 100%

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Extracción de antocianinas de arándanos.

En la tabla número 16 se observan los resultados del porcentaje de humedad luego de la deshidratación de los arándanos y las características fisicoquímicas de las antocianinas.

Tabla 17. Características Fisicoquímicas

Humedad del arándano %	pH	RAT %	Absorbancia
9,0427	3,26	66,66	0,060

Nota: El %RAT es definido como el Rendimiento de Antocianinas Totales.

En el proceso de deshidratación de los arándanos se alcanzó una humedad del 9,0437%. En el caso de las antocianinas extraídas se obtuvo los siguientes resultados: de pH 3,26, la actividad antioxidante en 66,66% y la absorbancia en 0,06.

4.1.2 Análisis fisicoquímicos de la leche.

En la tabla 17 se presentan los resultados obtenidos del análisis físico químico de la leche entera y leche descremada.

Tabla 18. Análisis físico químicos de la leche entera y leche descremada.

	% Grasa	% Acidez titulable	pH
Leche entera	4	0,16	6,5
Leche descremada	1	0,16	6,5

La leche entera obtuvo un porcentaje de grasa del 4% y se descremó hasta el 1%, el parámetro de acidez titulable de 0,16% y un pH del 6,5, donde estas se mantuvieron constantes.

4.1.3 Estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa.

Para determinar la estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de las antocianinas de arándanos, se comparó el pH en diferentes semanas. Los resultados se muestran en la tabla 18, 19, 20 y 21.

Tabla 19. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 1.

Tratamientos	pH	Rango	P- Valor
T1	4,20 ± 7,37	A	0,9552
T2	4,20 ± 7,37	A	
T3	4,27 ± 7,37	A	
T4	4,09 ± 7,37	A	
T5	4,02 ± 7,37	A	
T6	4,35 ± 7,37	A	
T7	4,10 ± 7,37	A	
T8	4,28 ± 7,37	A	

Nota: Los valores están expresados como las medias ± el coeficiente de variación.

En la primera semana, los valores de pH registrados de la crema de yogurt griego bajo en grasa, dando un pH entre 4,02 – 4,35 ± 7,37. Se obtuvo un rango de A, con un p – valor de 0,9552 ($p > 0,05$), indica que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 20. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 2.

Tratamientos	pH	Rango	P- Valor
T1	3,82 ± 3,28	AB	0,0388
T2	3,87 ± 3,28	AB	
T3	3,86 ± 3,28	AB	
T4	3,83 ± 3,28	AB	
T5	3,79 ± 3,28	AB	
T6	3,63 ± 3,28	B	
T7	3,76 ± 3,28	AB	
T8	4,23 ± 3,28	A	

Nota: Los valores están expresados como las medias ± el coeficiente de variación.

Durante la segunda semana, los valores de pH registrados en los ocho tratamientos de la crema de yogurt griego bajo en grasa, registró un pH entre 4,23 – 3,63 ± 3,28. Se desde el tratamiento T1 al T5 y T7 tienen un rango de AB y el tratamiento T6 y T8 tienen un rango de A, con un p – valor de 0,0388 ($p > 0,05$), indica que estadísticamente existe diferencias significativas entre los tratamientos. A pesar de la similitud estadística entre tratamientos el pH hace cambios representativos en el desarrollo de microorganismos.

Tabla 21. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 3.

Tratamientos	pH	Rango	P- Valor
T1	3,52 ± 5,92	A	0,3067
T2	3,65 ± 5,92	A	
T3	3,80 ± 5,92	A	
T4	3,73 ± 5,92	A	
T5	3,67 ± 5,92	A	
T6	3,61 ± 5,92	A	
T7	3,61 ± 5,92	A	
T8	4,11 ± 5,92	A	

Nota: Los valores están expresados como las medias ± el coeficiente de variación.

Los valores del pH de la tercera semana registraron, un pH entre 4,11 – 3,52 ± 5,92, un rango de A, con un p – valor de 0,3067 ($p > 0,05$). Indica que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 22. Estabilidad del pH en la crema del yogurt griego bajo en grasa en la semana 4.

Tratamientos	pH	Rango	P- Valor
T1	3,51 ± 4,56	A	0,2121
T2	3,63 ± 4,56	A	
T3	3,59 ± 4,56	A	
T4	3,58 ± 4,56	A	
T5	3,60 ± 4,56	A	
T6	3,58 ± 4,56	A	
T7	3,55 ± 4,56	A	
T8	4,02 ± 4,56	A	

Nota: Los valores están expresados como las medias ± el coeficiente de variación.

En la cuarta semana, se registró un pH entre 4,02 – 3,51 ± 4,56, un rango de A, con un p – valor de 0,2121 ($p > 0,05$). Estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

4.1.4 Análisis Microbiológico

Para el análisis microbiológico se evaluó la carga microbiana de *Coliformes totales*, *E. coli* y *Mohos y levaduras*. En la tabla 22, 23, 24 y 25 se observa los resultados analizados de la vida útil de los ocho tratamientos estudiados en la investigación.

Semana 1

Tabla 23. Análisis microbiológico de la semana 1.

Parámetro	Resultados								Unidades	Método de referencia	Especificaciones
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
Coliformes totales	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/ g	NTE INEN ISO 1529-7	m= 10 M= 100
Escherichia coli	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/ g	NTE INEN ISO 1529-8	m= <1 M= --
Mohos y Levaduras	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/ g	NTE INEN ISO 1520-10	m= 200 M= 500

En la primera semana se determinó *Coliformes totales*, *E. coli*, *Mohos* y *levaduras*, donde todos cumplen con lo establecido en la norma INEN 2395:2011.

Semana 2

Tabla 24. Análisis microbiológico de la semana 2.

Parámetro	Resultados								Unidades	Método de referencia	Especificaciones
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
Coliformes totales	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1529-7	m= 10 M= 100
Escherichia coli	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1529-8	m= <1 M= --
Mohos y Levaduras	2,5 x10 ²	1,20 x10 ²	2,3 x10 ²	1,6 x10 ²	3,6 x10 ²	3,50 x10 ²	3,90 x10 ²	4,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1520-10	m= 200 M= 500

En la segunda semana del análisis microbiológico todos los tratamientos cumplen con la norma INEN 2395:2011 para *Coliformes totales*, *E. coli*, *Mohos* y *Levaduras*. Existió un incremento de carga microbiana de *Mohos* y *Levaduras* con un recuento máximo de 390 UFC/g.

Semana 3

Tabla 25. Análisis microbiológico de la semana 3.

Parámetro	Resultados								Unidades	Método de referencia	Especificaciones
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
Coliformes totales	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1529-7	m= 10 M= 100
Escherichia coli	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1529-8	m= <1 M= --
Mohos y Levaduras	3,0 x10 ²	2,9 x10 ²	4,40 x10 ²	4,0 x10 ²	4,60 x10 ²	4,0 x10 ²	4,3 x10 ²	1,0 x10 ²	UFC/g	NTE INEN ISO 1520-10	m= 200 M= 500

En la tercera semana todos los tratamientos cumplen con la norma INEN 2395:2011 en *Coliformes totales*, *E. coli*. Se observó un incremento de *Mohos y Levaduras* en cada tratamiento, no obstante, cumplen con lo establecido en la norma.

Semana 4

Tabla 26. Análisis microbiológico de la semana 4.

Parámetro	Resultados								Unidades	Método de referencia	Especificaciones
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
Coliformes totales	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1529-7	m= 10 M= 100
Escherichia coli	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	Estimado <1,0 x10 ¹	UFC/g	NTE INEN ISO 1529-8	m= <1 M= --
Mohos y Levaduras	7,0 x10 ²	5,0 x10 ²	7,0 x10 ²	8,0 x10 ²	8,0 x10 ²	8,2 x10 ²	8,0 x10 ²	1,60 x10 ²	UFC/g	NTE INEN ISO 1520-10	m= 200 M= 500

En la cuarta semana todos los tratamientos cumplen con los parámetros establecidos por la norma INEN 2395:2011, para *Coliformes totales* y *E. coli*. Se observó un incremento en la carga microbiana en *Mohos y Levaduras*, presentando el desarrollo de los

microorganismos desde el tratamiento 1 al tratamiento 7, los cuales tienen la adición de antocianinas de arándanos, evidenciándose un aumento en el número de colonias que superó al límite máximo establecido por la norma de 500 UFC/g, por lo cual su tiempo de vida útil finalizó a los 24 días.

4.1.5 Análisis sensorial.

Los resultados presentados en la Tabla 26 muestran el análisis sensorial de los ocho tratamientos, en una escala de 7 puntos, considerando los parámetros de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Tabla 27. Análisis sensorial de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas.

TRATAMIENTOS	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
1	6 a	5 b	5 b	5 b	5 b
2	6 a	5 b	5 b	5 b	5 b
3	6 a	5 b	5 b	5 b	5 b
4	6 a	5 b	5 b	5 b	5 b
5	6 a	5 b	5 b	5 b	5 b
6	5 b	5 b	5 b	5 b	5 b
7	5 b	5 b	5 b	5 b	5 b
8 testigo	5 b	6 a	5 b	5 b	5 b

Se evaluaron ocho tratamientos con una escala de 7 puntos correspondiente a "Me gusta extremadamente", con un nivel del 95% de confianza. Los atributos sensoriales del yogurt presentaron calificaciones entre 5 y 6, donde el punto 5 equivale a "me gusta moderadamente" y el punto 6 equivale a "me gusta mucho". En cuanto al parámetro del color, desde el tratamiento 1 al 5 alcanzaron una puntuación de 6 (me gusta mucho), mientras que los tratamientos del 6 al 8, obtuvieron un puntaje de 5 (me gusta moderadamente). En el parámetro del olor, todos los tratamientos obtuvieron un puntaje de 5 (me gusta moderadamente), a excepción del tratamiento 8 con un puntaje de 6 (me gusta mucho). En los parámetros de sabor, textura y aceptabilidad, todos los tratamientos obtuvieron un puntaje de 5 (me gusta moderadamente).

4.1.6 Análisis físico químico.

Se realizaron los análisis fisicoquímicos en los dos mejores tratamientos T2 y T8 respectivamente, cuyos resultados se presentan en la tabla 27.

Tabla 28. Parámetros fisicoquímicos.

Tratamientos	%Grasa	%Proteína	%Sólidos Totales	Acidez titulable g ácido láctico /ml
T2	1	6,3747	15,4133	0,9076
T8	1	4,8929	24,6669	0,8589

El tratamiento 2 con un porcentaje de 0,50 gramos de antocianinas, presentó el 1% de grasa, 6,3747% proteína, 15,4133 % de sólidos totales y una acidez titulable de 0,9076 g ácido láctico /ml. En el caso del tratamiento 8 definido como el testigo, presentó el 1% grasa, 4,8929% de proteína, 24,6669 %, de sólidos totales y una acidez titulable de 0,8589 g ácido láctico/ml.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1 Extracción de antocianinas de arándanos.

Se obtuvo una deshidratación de arándanos, alcanzando un porcentaje de humedad del 9,0427%, siendo mínimamente inferior a lo que menciona Kiliç , Sahin, Hassan , y Ullah, (2024) el cual establece que el contenido de humedad de los arándanos debe tener un rango entre el 10% y 15% , afirmando que el rango de humedad es ideal para mantener un equilibrio entre la estabilidad microbiana y la calidad sensorial del fruto. El porcentaje de humedad obtenido de los arándanos puede mejorar la vida útil del producto reduciendo el crecimiento microbiano , pero a porcentajes de humedad mas bajos el fruto deshidratado se ve afectado tanto en su textura como en su sabor.

Durante la extracción de antocianinas de arándanos se alcanzó un pH de 3,26 , el cual esta dentro de los rangos establecidos por Vuarant (2013) quien afirma que el rango del pH debe estar entre 2 y 4 , siendo este adecuado para la conservación del color de las antocianinas. En dichos rangos se mantienen estables, el catión flavilio es encargado de darle la coloración particular a las antocianinas, por lo cual el pH cambia según el tipo de fruta que se tenga y el método de extracción que sea utilizado.

La capacidad antioxidante obtenida en este estudio fue de 66.66 % a una temperatura de 36°C, la cual fue mayor a la reportada por Zapata et al, (2014) que fue de 51 % a 36,6°C, durante 1 hora. El aumento de la capacidad antioxidante en la presente investigación es atribuido a las condiciones de extracción y el método empleado. Titin Supriyanti y Ijost Ijost, (2022), mencionan que, al aumentar la temperatura de extracción, aumenta la capacidad antioxidante, debido a una liberación de los compuestos fenólicos y las antocianinas, pero se genera un deterioro de estas, al punto de perder su estabilidad y sus características funcionales. En la investigación la capacidad antioxidante obtenida aumentó, por una extracción más prolongada de tiempo y con una temperatura estable que no sobrepasó los 36°C. Esto generó una mejor extracción, ya que al disminuir la temperatura y aumentar el tiempo de extracción, se obtiene una capacidad antioxidante elevada, por la liberación de los antioxidantes que se encuentran en las antocianinas sin que pueda afectar negativamente al catión flavilio, el cual es el componente más importante en la estructura química de las antocianinas, para que estas tengan una estabilidad óptima y sus características funcionales no se vean comprometidas por la degradación de las mismas.

4.2.2 Parámetros fisicoquímicos de la leche

Se obtuvo un 4% de grasa en la leche entera, al descremarla bajo al 1% y se obtuvo una acidez de 0,16%. Según las normas INEN 2395:2011 y INEN 9:2012 afirman que el porcentaje de grasa mínimo en la leche entera es de 2,5 % y al descremarla debe tener un máximo de 1%, de igual manera su acidez titulable debe tener un mínimo de 0,13% y un máximo de 0,17%.

4.2.3 Estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa

En la figura 10 se muestra la estabilidad de la crema de yogurt griego bajo en grasa a lo largo de un periodo de 4 semanas. Se evaluaron siete tratamientos con diferentes porcentajes de adición de antocianinas de arándanos, además de un tratamiento ocho como el testigo.

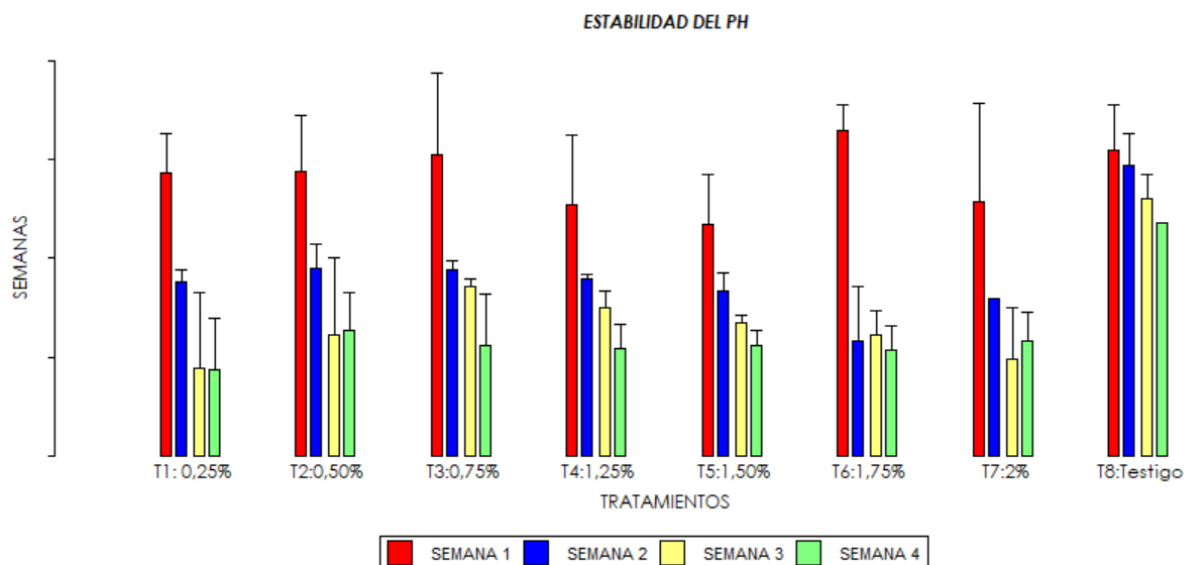


Figura 10. Estabilidad del pH en la crema de yogurt griego bajo en grasa.

En la figura 10, se observa el estudio del pH durante las cuatro semanas, para cada tratamiento. El tratamiento testigo (sin la adición de antocianinas de arándanos) mostro un pH entre 4,28 – 4,02, el cual estuvo dentro de los parámetros mencionado por Chandan & Kilara, (2013), donde afirma que el pH del yogurt griego debe oscilar entre los 4 y 4,5. Este rango es importante debido a que asegura que el yogurt tenga la acidez adecuada para que no se dé un crecimiento de carga microbiana y consigo altere las características sensoriales. Esta estabilidad se debe a que el pH es más uniforme, ya que tiene una menor influencia por las concentraciones de las antocianinas, donde no se provoca una alteración del equilibrio ácido – base en el producto, debido a los ácidos fenólicos que estos contienen.

El color rojo en la figura 10 corresponde a la primera semana de pH en cada uno de los siete tratamientos, que contienen antocianinas de arándanos. Durante esta primera semana se registró valores del pH que varían desde 4,35 hasta los 4,02. La variación de los resultados se debe a las diferentes concentraciones de antocianinas, debido a las características que tiene la crema de yogurt griego bajo en grasa y las condiciones de almacenamiento a la cual estuvieron expuestos los tratamientos, generando una variación en el pH registrado de la primera semana. Mohamed y Zayan, (2014) afirman que la utilización de antocianinas en productos lácteos durante su almacenamiento genera una disminución en el pH y un aumento en la acidez. Las antocianas tienen componentes que, al interactuar con el yogurt, estas llegan a alterar el equilibrio de ácido- base del producto, generando una variabilidad en el pH. El pH durante la primera semana estuvo dentro de los rangos adecuados para un

yogurt fermentado, pero esta variabilidad en los tratamientos ocasiona un cambio a la textura y al sabor del producto, además de alterar su estabilidad microbiológica.

Durante la segunda semana, tal y como se muestra en la figura 10 (azul), se observó una variación desde los 3,87 a los 3,63, donde existe un cambio significativo en la acidez del yogurt, dado que las bacterias lácticas que tiene el yogurt continúan produciendo ácido láctico por la adición de las antocianinas de arándanos, además de acelerar la acidificación también altera el equilibrio de ácido – base del yogurt, debido a los componentes que este contiene tales como: ácidos fenólicos, proteínas, sales minerales, lactosa, agua, bacterias probióticas, entre otros. Smith et al, (2018) y Brown & White (2020) afirman que la estabilidad de las antocianinas se ve afectada por la presencia de estos componentes (proteínas y sales minerales), generando dificultades con los pigmentos naturales de las antocianinas, alterando el color y las características funcionales del producto.

La tercera semana observada en la figura 10 (amarillo), mostró un pH de 3,80 a 3,52, generando una mayor producción de ácido láctico y una disminución en el pH. Según Shah, (2000) mencionan que la adición de las antocianinas al yogurt afecta directamente a la carga microbiana acelerando la acidificación. Por lo cual durante esta semana las antocianinas son sensibles ante los cambios que se den en el pH y ocasionan resultados que llegan afectar a la acidez del yogurt fermentado. Además, el color de las antocianinas en el yogurt cambió debido a las condiciones de almacenamiento y la exposición de este al ambiente, generando la oxidación de las antocianinas y consigo reduciendo la capacidad antioxidante en menos tiempo a lo especulado.

En la figura 10 se observa la cuarta semana (verde), donde presentó un pH de 3,63 a 3,51, mostrando una disminución significativa en el pH y generando un aumento en la acidez del yogurt, por la liberación de los ácidos que se encuentran en las antocianinas, cambiando la estabilidad del pH. Chandan y Kilara, (2013) afirman que la adición de las antocianinas a un derivado lácteo influye en la actividad de las bacterias probióticas que se encuentran en el yogurt, llegando a modificar la actividad metabólica de las bacterias y consigo aumentando la producción del ácido láctico, por lo cual va disminuyendo el pH. Además, las antocianinas al interactuar con los componentes del yogurt (proteínas y sales minerales) facilitan la liberación de los ácidos fenólicos, afectando a la solubilidad del ácido láctico.

Las bacterias lácticas utilizadas en el yogurt fermentado bajo en grasa, se destacan por producir ácido láctico y bacteriocinas como componentes antimicrobianos, generando una disminución en el pH. Chandan & Kilara, (2013) aseguran que las sustancias antimicrobianas que tienen los yogures son producidas para detener la multiplicación de las bacterias patógenas y la descomposición del producto. Generado por el descenso del pH es originado por el ácido láctico producido por las bacterias lácticas durante la fermentación, dando un efecto de bactericida y bacteriostático en el intestino.

Durante el estudio de la estabilidad del pH en la crema de yogurt griego bajo en grasa, se evaluó el efecto de la adición de las antocianinas de arándanos en el crecimiento microbiano para *E. coli* y *Coliformes totales*. Durante las cuatro semanas de análisis, se observó que el pH promedio de los tratamientos se mantuvo por debajo de los rangos óptimos para el crecimiento de los microorganismos mencionados, según el Manual Bacteriológico Analítico (1998) afirma que, el aumento de la carga microbiana para el microorganismo de *E. coli*, se da en un rango de entre 6,6 y 7,5 de pH, en comparación con los microorganismos de *Coliformes totales* pueden crecer entre 6,0 a 8,0. Por lo cual en la primera semana, el pH promedio fue de 4,18, el cual no favorece al desarrollo microbiano, que durante las próximas semanas el pH disminuyó, alcanzando un 3,57 en la cuarta semana, lo que impidió que se dé el crecimiento de *E.coli* y *Coliformes totales*. Según Shah, (2000) menciona que un pH bajo es resultante del aumento del ácido láctico generando un medio inadecuado para el crecimiento de microorganismos que provocan su deterioro, debido a la adición de antocianinas genera en el yogurt una mayor acidez, que actúa como una barrera en el crecimiento de los microorganismos de *E. coli* y *Coliformes totales*.

Durante el análisis microbiológico para los siete tratamientos de la crema de yogurt griego bajo en grasa con la adición de antocianinas de arándanos, se produjo un crecimiento de *mohos* y *levaduras* desde la segunda semana, a pesar de que el yogurt es un medio ácido. Se obtuvo un pH promedio de 3,79 en la segunda semana, favoreció al crecimiento de *levaduras*, debido a que Jay, Loessner, & Golden, (2005) afirman que el crecimiento de levaduras llega a proliferar en un rango de pH entre 2 a 8. Por lo cual, la carga microbiana mencionada no superó los límites establecidos por la norma INEN 2395:2011. En la tercera semana, se obtuvo un pH promedio de 3,68 el cual aumento la acidez del yogurt, pero sin exceder a los límites impuestos por la normativa. Sin embargo, en la cuarta semana se dio un incremento de la carga

microbiana, dando un pH promedio de 3,58, superando a los límites establecidos por la norma. Las antocianinas de arándanos que fueron añadidas a la crema de yogurt griego bajo en grasa crearon un entorno propicio para el crecimiento de las *levaduras*, debido al aumento de bacterias lácticas y al almacenamiento prolongado del producto, por lo cual su tiempo de vida útil finalizó al día 24.

Durante las cuatro semanas de vida útil, el tratamiento testigo no presentó una carga microbiana superior a los límites establecidos por la norma INEN 2395:2011. El tratamiento testigo no tiene la adición de antocianinas de arándanos, por lo cual la estabilidad del producto no se ve comprometida por el aumento de la carga microbiana. Según lo menciona Meidan, et al. (2022) el aumento de microorganismos en el yogurt se debe a los ácidos fenólicos y otros compuestos que tiene el arándano en su estructura. Los ácidos fenólicos de las antocianinas de arándanos reaccionan con los minerales del yogurt (calcio y magnesio), influyendo en la solubilidad y actividad de estos, que causan la disminución en el efecto de conservación de las antocianinas como antioxidante y produciendo un cambio en la estabilidad del color.

4.2.4 Evaluación sensorial

Durante el análisis sensorial para los tratamientos del 1 al 5 (color) y el tratamiento 8 (olor) presentaron una aceptabilidad mayor con una escala de 6 (me gusta mucho), debido a la adición de antocianinas en el yogurt, que logró un equilibrio óptimo en el parámetro del sabor y el olor. Mohamed y Zayan, (2014) mencionan que la concentración de las antocianinas en el yogurt griego contribuye positivamente a las características sensoriales, evidentes en el sabor y olor del producto.

Los tratamientos 6, 7 y 8 (color) obtuvieron una calificación inferior de 5 (me gusta moderadamente) por los distintos porcentajes de antocianinas añadidos al yogurt. Mohamed y Zayan (2014) destacan que la adición de las antocianinas al yogurt griego llega a reducir las características sensoriales, por causa de los ácidos fenólicos presentes en las antocianinas de arándanos. Los ácidos fenólicos pueden llegar a alterar las características sensoriales del producto. Sin embargo, la adición de las antocianinas en la crema de yogurt griego bajo en grasa generó una buena aceptabilidad, puesto que las antocianinas contribuyeron al color, olor, sabor y textura, de las cuales fueron aceptadas por el catador.

El aumento de la concentración de las antocianinas de arándanos en el yogurt generó un pH más bajo, llegando a dar un sabor más ácido y una textura más firme, dado por aumento de la coagulación de las proteínas que el producto contiene. Mohamed y Zayan, (2014) afirma que algunas antocianinas pueden ser más estables en ambientes ácidos y la interacción con los componentes que tiene el yogurt griego llega a afectar la intensidad y estabilidad del color, ya que las antocianinas son sensibles a pH bajos (ácido) y desestabilizan a las mismas.

4.2.5 Parámetros fisicoquímicos de la crema de yogurt griego bajo en grasa

En la presente investigación, la leche se ha destacado por ser un productor rico en macronutrientes y micronutrientes, donde se destaca por tener una concentración aproximada del 5% de lactosa, 3% de proteínas, 4% de grasa y un 0,7% de minerales, proporcionando un alto valor nutricional para el producto (Chandan & Kilara, 2013).

- Porcentaje de grasa

En la presente investigación se obtuvo un porcentaje de grasa del 1% en la crema de yogurt griego bajo en grasa, lo cual cumple con lo mencionado en la norma INEN 2395:2011. Este cumplimiento normativo asegura que el yogurt elaborado para la investigación se ajusta a los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

Durante el desarrollo de lácteos bajos en grasa, los consumidores demandan opciones que favorezcan a la salud, ya que los productos lácteos bajos en grasa son una alternativa eficaz para consumir calcio y proteínas, mientras se reduce la ingesta de grasas saturadas. Según Chandan y Kilara, (2011) el contenido de calorías del yogurt griego bajo en grasa es directamente influenciado por el contenido de grasa de la leche que se utilice, así como la adición de otros ingredientes tales como el azúcar. En el presente estudio al mantener el porcentaje de grasa del 1% en el producto ya terminado, se logró reducir el valor calórico, generando una estrategia eficaz para mejorar su valor nutricional.

- Proteína

En el presente estudio, se obtuvo un porcentaje de proteína del 6,3747% en el tratamiento 2 que tiene una adición de los 0,50 gramos de antocianinas de arándanos en la crema de yogurt griego bajo en grasa y del tratamiento testigo obtuvo un porcentaje de 4,8929%. Ambos tratamientos superan significativamente el mínimo de 2,7% que establece la norma INEN 2395:2011 para productos lácteos

fermentados. Los valores dados en la investigación son altos en proteína generando en el yogurt fermentado un alto valor nutritivo, lo cual es beneficioso para la salud. Según Chandan y Kilara (2013), la proteína que se encuentra en los derivados lácteos fermentados tiene un gran valor nutritivo dado por el equilibrio de aminoácidos esenciales que contribuye positivamente al producto final.

El aumento en el contenido proteico encontrado en los dos tratamientos analizados es resultante del incremento de los sólidos totales en la formulación. Esto lo menciona Chandan y Kilara (2013), quienes afirman que los contenidos de proteínas solubles, tales como nitrógeno no proteico y aminoácidos libres son elevados en el yogurt, debido al proceso térmico y la reacción de las bacterias lácticas durante la fermentación. Durante este proceso, la caseína, se descompone por la actividad proteolítica de las bacterias ácido-lácticas, las cuales requieren aminoácidos para su crecimiento adecuado en el producto.

Además, las antocianinas del tratamiento 2 (0,50 gramos de antocianinas de arándanos), junto con ácidos fenólicos y proteína, influyen en la textura del yogurt, generando una mayor viscosidad y provocando la separación del suero lácteo. La interacción entre las proteínas y los compuestos fenólicos de las antocianinas influyen en las propiedades sensoriales del yogurt, generando en el producto una textura más densa y consistente. Pa Díaz, Mora, y Navarro A, (2021) afirma que la separación del suero, conocida como sinéresis, está asociada por la alta concentración de las proteínas y la interacción de las antocianinas, que modulan las propiedades reológicas del yogurt. Sin embargo, mencionan que la adición de estas antocianinas interviene en las propiedades reológicas y sensoriales, por la interacción entre la cantidad de las antocianinas adicionadas y las proteínas lácteas que tiene el yogurt griego, llegando a modificar la estructura del producto e influyendo en la textura y la capacidad de retención de agua del yogurt.

Se observó un mayor porcentaje de proteína en los tratamientos analizados debido al aumento de los sólidos totales, Chandan & Kilara, (2013) y Gyawali & Ibrahim, (2014) afirman que los niveles de proteínas solubles, nitrógeno no proteico y los aminoácidos libres son mayores en el yogurt, como resultado del proceso térmico y la descomposición de la caseína por las bacterias lácticas utilizadas en la fermentación. Además, las bacterias ácido-lácticas necesitan de los aminoácidos para un crecimiento, generando una desintegración de las proteínas de la leche dado por la actividad proteolítica.

Se observó un mayor porcentaje de proteína en el tratamiento dos, debido a que las antocianinas llegan a incrementar la cantidad de sólidos totales en el yogurt, por lo cual estos contribuyen a un mayor contenido de proteínas al generarse un aumento en la concentración de los componentes nutritivos del yogurt. Gyawali & Ibrahim, (2014) mencionan que las antocianinas influyen en el proceso de fermentación del yogurt, favoreciendo a la retención de las proteínas, mejorando la interacción de estas con los demás componentes que tiene el yogurt griego. Además, las antocianinas, al interactuar con las proteínas y otros compuestos bioactivos, llegan a estabilizar las proteínas en el yogurt, que permiten una mejor cuantificación.

El tratamiento testigo obtuvo un porcentaje menor en proteína, Tianqi y Guo, (2019) mencionan que la reducción de la grasa de la leche, puede llegar a afectar la composición de las proteínas durante el proceso de descremado, ya que algunas proteínas llegan a perderse o no concentrarse adecuadamente.

- Sólidos totales

En esta investigación, se obtuvo un porcentaje de sólidos totales de 15,4133% para el tratamiento dos que tiene una adición de 0,50 gramos de antocianinas de arándanos y un 24,669% para el tratamiento testigo. Estos resultados están relacionados con lo reportado por Rashwan, Osman y Chen (2023), quienes obtuvieron un rango entre 13,82% al 15,57% de sólidos totales en un yogurt suplementado con antocianinas. Estos resultados indican que la adición de las antocianinas influye en el porcentaje de sólidos totales en el yogurt griego, aunque su efecto puede variar debido a la concentración y a la fruta de la cual se obtuvo las antocianinas. Pero al compararlo con los estándares establecidos para el yogurt griego, Martínez, (2016) afirma que el porcentaje de los sólidos totales deben estar entre 20,5% y 24,6%, durante la investigación solo el tratamiento testigo es el que cumple con lo mencionado anteriormente. Cuando hay un aumento de los sólidos totales en el yogurt griego, es importante tomar en cuenta que su concentración está relacionada con la cremosidad y la densidad del producto. La cremosidad del yogurt es atribuida a la densidad, que esta influenciada por la concentración de las proteínas, la grasa y los carbohidratos que tiene el producto.

Dado que el tratamiento ocho es el que mayor porcentaje de sólidos totales tiene de 24,669%, se ajusta a los parámetros mencionados anteriormente para el yogurt griego. La alta concentración de nutrientes como proteínas y lípidos, y contenido de

agua limitan el crecimiento microbiológico, por lo que su carga microbiana es menor, y se estabiliza mejor durante el almacenamiento. Según Tianqi y Guo, (2019) y Liu, J., Tang, X., Zhang, Z., & Zhao, W. (2018) mencionan que la adición de compuestos bioactivos de las antocianinas en el yogurt llega a mejorar la seguridad y la estabilidad del producto. Además, la adición de las antocianinas atrae varios beneficios, potenciando el aumento de los sólidos totales, mejorando su valor nutricional en la crema de yogurt griego bajo en grasa.

La adición de las antocianinas en el yogurt afecta a los sólidos totales, ya que al interactuar las proteínas lácteas con las antocianinas alteran la estructura del yogurt, afectando a la viscosidad y firmeza del producto, incrementando o reduciendo la densidad. Según Martínez (2016), un yogurt griego con mayor cantidad de sólidos totales tal como se muestra en el tratamiento testigo está dentro de los parámetros establecidos, pero al adicionarle las antocianinas llega a modificar la consistencia del yogurt.

De igual manera Liu, J., Tang, X., Zhang, Z., & Zhao, W., (2018) menciona que la adición de las antocianinas influye en la capacidad del yogurt en retener agua, afectando a la sinéresis, la cual es la separación del suero en el yogurt griego. De igual manera, al adicionarle las antocianinas estas interactúan con las proteínas, desestabilizando la estructura del gel, provocando una mayor separación del suero y afectando a los sólidos totales que tiene el producto.

- Acidez titulable

El ácido láctico que se obtuvo genera una disminución en el pH del producto lácteo fermentado, influyendo sobre las propiedades físicas, debido a que la caseína coagulada, provoca una pausa en promover la digestibilidad y minimizar el crecimiento de bacterias parcialmente nocivas.

En la presente investigación, se observó que la acidez titulable en el yogurt griego bajo en grasa, varió entre los dos tratamientos, con un resultado de 0,9076 g ácido láctico/ml en el tratamiento 2 que tienen una adición del 0,50 gramos de antocianinas de arándanos y para el tratamiento testigo se obtuvo un valor de 0,8589 g ácido láctico/ml. Ambos tratamientos se encuentran dentro del rango estipulado por la norma INEN 2395:2011, la cual establece que la acidez titulable debe estar entre 0,6 a 1,2% para leches fermentadas.

El aumento del ácido láctico encontrado en el tratamiento dos está relacionado con la adición de las antocianinas, además de tener en su formulación la leche en polvo descremada, maltodextrina y azúcar, utilizados durante el proceso de fermentación. Como señala Chandan y Kilara (2013), la adición de estos ingredientes llega a acelerar la fermentación láctica al proporcionar sustratos adicionales para las bacterias ácido-lácticas. El aumento de la acidez es de gran importancia, ya que el ácido láctico contribuye a la reducción del pH en el yogurt, lo que llega a provocar la coagulación de la caseína, esta al interactuar con las proteínas coaguladas influyen en la textura del yogurt y pueden afectar directamente a las propiedades físicas y sensoriales, generando una sinéresis si no se controlan adecuadamente.

La disminución del pH implica grandes consecuencias en la calidad del yogurt, por lo que la reducción del pH provoca la coagulación de la caseína, siendo la principal y la más importante proteína de la leche, lo que aporta que la textura del yogurt se vuelva densa y cremosa. Además, la baja acidez actúa como un conservante natural, inhibiendo el crecimiento de microorganismos ayudando a la seguridad del producto.

El tratamiento testigo presenta un valor ligeramente inferior en el ácido láctico, pero aún se encuentra dentro de los rangos establecidos, a pesar de que la acidez es menor al tratamiento dos, el producto mantiene su estabilidad y sus propiedades funcionales características del yogurt griego. Mencionado por Chandan y Kilara (2013), afirman que, en la elaboración del yogurt griego, es importante que la acidez titulable tenga un porcentaje mínimo de 0,9%, de esta manera se asegura la correcta formación del gel láctico y la preservación del producto. Klopotek, Y., Otto, K., & Böhm, V., (2005) mencionan que la combinación de las antocianinas y el ácido láctico llega a afectar el perfil de sabor del yogurt, debido a que las antocianinas tienen un sabor astringente y ligeramente ácido, que en conjunto con la acidez del ácido láctico que posee el yogurt griego, se da un producto con un sabor mucho más complejo, dando un sabor de notas afrutadas y astringentes.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El equilibrio de la estructura funcional de las antocianinas de los arándanos se mantuvo estable, debido al manejo apropiado de temperatura y el tiempo de extracción. El pH alcanzado durante el proceso fue de 3,26, lo que preservó la calidad del catión flavilio, responsable de la coloración de las antocianinas y asegurando la eficacia de las propiedades antioxidantes.

El pH de los siete tratamientos con la adición de antocianinas varió en cada semana, generando un aumento de ácido láctico en el yogurt, este efecto se atribuye a la interacción entre los compuestos fenólicos presentes en las antocianinas con los componentes de yogurt, como la proteína, sales minerales y bacterias probióticas. Estas facilitaron la liberación de los ácidos fenólicos, lo que a su vez afectó a la solubilidad del ácido láctico del yogurt, generando cambios en el equilibrio ácido – base y en la estabilidad del pH durante el almacenamiento.

La adición de antocianinas de arándanos como antioxidante en la crema de yogurt griego bajo en grasa ejerció un impacto significativo en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto, incrementando la acidez, la sinéresis y la disminución del pH. Los cuales influyeron en los análisis microbiológicos de *E. coli*, *Coliformes totales*, *Mohos* y *Levaduras*, mostrando una vida útil de 24 días.

5.2. RECOMENDACIONES

Para una mayor extracción de antocianinas, se recomienda la disminución de temperatura y prolongación del tiempo de extracción, ya que las antocianinas son sensibles a temperaturas altas y se deterioran fácilmente.

Se sugiere llevar a cabo una investigación enfocada en métodos alternativos para la extracción de antocianinas en estado sólido (harina), lo que facilitaría la manipulación durante el proceso de mezclado, generando una mejora en la

homogeneidad, estabilidad, propiedades funcionales y sensoriales en las antocianinas.

Se considera el uso de técnicas de microencapsulación para proteger la estabilidad de las antocianinas durante el proceso de almacenamiento del yogurt. Lo que ayuda a preservar las propiedades funcionales y controla la liberación de ácidos fenólicos sin que el pH del yogurt se vea afectado.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones para evaluar el potencial prebiótico de las antocianinas de arándanos en diferentes tipos de alimentos procesado. Debido a que estimulan el crecimiento de bacterias beneficiosas tales como: Lactobacillus y Bifidobacterium, debido a que mejoran el microbiota intestinal.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Attabi, Z., Al Hasani, S., Waly , M., Al- Habsi , N., & Al- Subhiy , L. (17 de Febrero de 2023). Estabilidad de polifenoles y flavonoides del arándano silvestre (*Sideroxylon mascatense*) durante el secado al aire y la liofilización y la estabilidad del almacenamiento en función de la temperatura. *Departamento de Cienica de los Alimentos y Nutrición* .
- Del Catillo Shelly , R., & Mestres Lagarriga, J. (2020). Productos lávteos Tecnología. *Politext*.
- Agricultura, F. (. (12 de mayo de 2017). Composición de la leche . *Portal Lácteo*.
- Alais. (2003). *Ciencia de la leche*. Barcelona: España.
- Aldaza Cruz, D., & Lancheros Molano, J. (15 de Noviembre de 2018). plan exportador a república dominicana con yogurt griego finesse de la empresa alpina y beneficos de la exportación al sector lácteo colombiano. *Universidad piloto de colombia* .
- Álvarez Figueroa, M., Pineda Castro, M., Chacón Villalobos, A., & Cubero Castillo, E. (2022). Características fisicoquímicas y sensoriales de leches caprina y bovina enteras, descremadas y deslactosada. *Universidad de Costa Rica*.
- Angeles, M. (14 de Mayo de 2021). Importancia del pH en la elaboración del yogurt. *GIMIM*.
- bacteriológico, M. a. (1998). Manual Analítico Bacteriológico (BAM). *U.S Food and Drug*.
- Barbaros Ozer , Huseyin Avni Kirmaci, Sebnem Oztekin, Adnan Hayaloglu, & Metin Atamer. (21 de Febrero de 2006). Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production . *ELSEVIER*.
- Bello, J., Bernardino, L., Gonzáles, E., Manzo , A., Nochebuena, X., Quiñónes Ramírez, E., & Vázquez Salinas, C. (10 de Agosto de 2004). Productos lácteos: la ruta de la metamorfosis. *Revista Digital Universitaria*.
- Brown, A. &. (2020). Title of the Book or Article. *Title of the Journal*.
- Cabrera Álvarez , E., Guerrero González , J., Cano Ledesma, W., García Vázquez , V., Ramírez Navarro, J., Falcón Martínez , L., & Rodriguez Hernández , G. (2020).

Actividad antioxidante en productos lácteos comerciales: yogurt griego.
División de Ciencias de la Vida - Universidad de Guanajuato.

- Castro Ríos , K. (2011). *Tecnología de alimentos*. Bogotá: Ediciones de la U .
- Chandan, R., & Kilara, A. (2011). *Dairy Ingredients for Food Processing*. U.S: Blackwell Publishing Ltd.
- Chandan, R., & Kilara, A. (2013). *Elaboración de yogur y leches fermentadas*. España: Acribia, S.A.
- Chandan, R., & Kilara, A. (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks (2nd ed.)*. John Wiley & Sons.
- Charley , H. (2014). *Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. México: LIMUSA S.A.
- Cheng, Y., Dai, Q., Morshed, R., Fan, X., Wegscheid, M., Wainwright, D., . . . Lesniak, M. (29 de Diciembre de 2014). Blood-Brain Barrier Permeable Gold Nanoparticles: An Efficient Delivery Platform for Enhanced Malignant Glioma Therapy and Imaging. *HHS Public Access*.
- Durán Ramírez , F., Gordillo , S., Alba Cuéllar, N., Agosto Alba , C., Díaz Montes , M., Durán Naranjo , E., . . . Durán Naranjo , J. (2008). *Cencia, Tecnología e Industria de Alimentos* . Colombia : Grupo Latinos Editores.
- Durán Ramírez, F., Durán Naranjo, J., Durán Naranjo , J., Durán Naranjo , E., Dias Montes , M., Delgado Gómez, M., & Durán Naranjo , L. (2007). *Manual del Ingeniero de Alimentos*. Colombia: Grupo Latino Ltda.
- Endara Figueroa . (2002). Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. *Universidad de Zamora* .
- FAO. (2011). Situación de la lechería en América Latina y el Caribe . *FAO producción y sanidad animal* .
- Figueroa, E. (2002). Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. *Universidad de Zamorano* .
- Gómez, G. (Septiembre de 2008). Lacteos bajos en grasa, calcio en la dieta y vitamina D pueden bajar el riesgo de hipertensión. *Revista Colombiana de Menopausia*.
- Gyawali, R., & Ibrahim, S. (2014). Natural Products as Alternative Microbial Control Agents in Food Processing. *Food Control*.
- INEN 2395. (2011). Leches Fermentadas. *NTE. INEN*.
- Infobae. (2021). Consumir una dieta rica en grasa lácteas reduce el riesgo de enfermedad cardíaca, sugiere un estudio. *Infobae*.

- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). *Modern Food Microbiology*. EEUU: Springer.
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2009). *Microrbiología. Microbiología moderna de los alimentos* .
- Jeantet, R., Croguennec , T., Schuck, P., & Brulé, G. (2010). *Ciencia de los aliemntos - Volumen 2*. España : ACRIBIA, S.A.
- Jurado Gámez, H., & Insuasty Santacruz, E. (2021). *Procedimientos de tecnologías de leche*. Nariño: Universidad de Nariño.
- Keating, P., & Rodríguez , H. (2013). *Introducción a la Lactología*. México: LIMUSA S.A.
- Kiliç , M., Sahin, M., Hassan , A., & Ullah, A. (Marzo de 2024). Conservación de frutas mediante secado: una revisión exhaustiva de experimentos y enfoques de modelado. *Revista de ingeniería de procesos alimentarios* .
- Klopotek. (2005). Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. . *Journal of Agricultural and Food Chemistry* .
- Liu, J. T. (2018). Effect of anthocyanins on the water- holding capacity and syneresis of yogurt Interactions with milk proteins and impacts on get structure. *Journal of Dairy Science* .
- Loring, C. (2017). Todo lo que debes de saber sobre los conservantes alimentarios. *La Vanguardia*.
- Madrid Vicente, A. (2018). *Fabricación de yogur, kéfir y postres lácteos*. Madrid: AMV Ediciones.
- Meidan, Zuyan, Lamiendo, Cuiqin, Han Tao, Chun Ye, . . . Guangyan Ran. (27 de September de 2022). Effect of Fermentation Parameters on the Anthocyanin Content, Sensory Properties, and Physicochemical Parameters of Potato Blueberry Yogurt. *Key Laboratory of Agricultural and Animal Products Store and Processing of Guizhou Province* .
- Miranda Miranda , O., Espinosa Ramírez, E., & Ponce Palma, I. (Junio de 2016). Características físico-químicas y propiedades nutricionales del suero resultante del proceso de obtención del yogurt griego. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición - RCAN*.
- Miranda Miranda , O., Espinosa Ramirez , E., & Ponce Palma, I. (Junio de 2016). Características físico - químicas y propiedades nutricionales del suero resultante del proceso de obtención del yogurt griego. *Revista Cubana Alimentaria y Nutricional*.
- Miranda, M., Ramírez, E., & Palma, P. (Junio de 2016). Carcterísticas físico-químicas y propiedades nutricionales del suero resultante del proceso de obtención del yogurt griego. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*.

- Mohamed, & Abeer Fouad Zayan. (January de 2014). Physiochemical and sensory evaluation of yoghurt fortified with dietary fiber and phenolic compounds. *International Journal of Dairy Science*.
- Montesdeoca Párraga, R., Piloso Chávez , K., Véliz Pinargote, C., Álcivar Giler , C., Cabrera Vázquez, L., & Torres Inga, C. (2021). *Efecto del porcentaje de grasa y dos tipos de estabilizantes en las características sensoriales de un yogurt*. Manabí: Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal.
- Nutripeople. (2022). Aitivos alimentarios: qué son, tipos y efectos en la salud. *Nutripeople*.
- Ortega , D. (2013). Desarrollo de un prodcto lácteo tipo Yogurt bajo en grasa y adicionado de fibra dietética mediante el uso de inulina y maltodextrian. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Pa Díaz, H., Mora, L., & Navarro Arana, C. (Junio de 2021). Efecto de las variables de proceso sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*.
- Plessas, S., Mantzourani, J., Terpou, A., & Bekatorou, A. (28 de Diciembre de 2023). Evaluación de los atributos fisicoquímicos, antioxidantes, microbianos y sensoriales de productos tipo yogur enriquecidos con jugo de bayas de Aronia melanocarpa fermentado con probióticos. *Departamento de Química, Universidad de Patras*.
- Rashwan, A., Osman , A., & Chen, W. (27 de Febrero de 2023). Nutracéuticos naturales para mejorar las propiedades del yogurt. *Cartas de química ambiental* .
- Reyes, J., & Ludeña, F. (Septiembre de 2015). Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia. *Universidad Técnica Particular de Loja*.
- Rodríguez Ortega , D. (11 de Junio de 2021). Incidencia del consumo de nitritos y nitratos en la población de la provincia de Imbabura. *Universidad Técnica de Ambato* .
- Schmidt, K. (2011). *Elaboración artesanal de mantequilla, yogurt y queso*. España: Ascribia S.A.
- Shah, N. P. (2000). *Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods* . J. Dairy Sci.
- Shukla, S., & Choi, T. (2021). Emerging Trends in Natural Preservatives for Food Preservation. *Journal of Food Science and Technology*.
- Smith, J. B. (2018). Title of the Book or Article. *Publisher Name*.

- Tianqi , C., & Guo, M. (10 de Julio de 2019). Propiedades fisicoquímicas, de textura y microestructura del yogur que utiliza proteína de suero polimerizada preparada directamente a partir de suero de queso como agente espesante. *Revista de Ciencias Lácteas*.
- Titin Supriyanti, F., & Ijost Ijost. (Diciembre de 2022). Strawberry-fortified Yogurt: Production, Sensory, Antioxidant Activity Test, and Model for Practicum. *Revista indonesia de ciencia y tecnología*.
- Tolosa, S., Bullón, J., & Cárdenas , A. (2006). Producción de yogurt utilizando membranas cerámicas para incrementar el porcentaje de sólidos en la leche. *Ciencie Ing* .
- Vuarant, C. (2013). "Optimización del proceso de secado de arándanos por infrarrojos". *Universidad Politécnica de Valencia* .
- Zapata , L., Heredia, A., Quinteros , C., Malleret, A., Clemente, G., & Cárcel , J. (Diciembre de 2014). Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos . *SciELO*.
- Zapata, L. M. (Abril de 2014). Obtención de extracto de antocianinas a partir de arándanos para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria . *Universidad Tecnología de Valencia* .

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

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:	ALEMÁN POZO PAULA LISETH	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722702964
PERIODO ACADÉMICO:	2024A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA	DOCENTE TUTOR:	MSC. CARLOS ARTUROS PAREDES PITA
DOCENTE:	MSC. JENNY WILMAN YAMBAY VALLEJO		
TEMA DEL TIC:	"Obtención del Extracto de Antocianinas de Arándanos como Antioxidante en la Crema de Yogurt Griego Bajo en Grasa"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9,00	
3	METODOLOGÍA	8,00	Revisar flujograma de procesos.
4	RESULTADOS	9,00	Presentar los datos estadísticos que soporten los resultados obtenidos
5	DISCUSIÓN	8,00	Revisar los datos microbiológicos, las unidades, ajustar la discusión y conclusiones con base al efecto de las antocianinas
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	Revisar redacción con base al efecto de las antocianinas en el yogur.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Debe exponer de manera más pausada para entender el tema de la tesis.
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,00	

Obteniendo una nota de: **8,60** 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 **jueves, 5 de septiembre de 2024**


MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. CARLOS ARTUROS PAREDES PITA
DOCENTE TUTOR

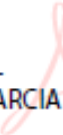

MSC. JENNY WILMAN YAMBAY VALLEJO

Tulcán, 09 de septiembre de 2024

AVAL DE TRADUCCIÓN

Yo, **Karina Mishell León García**, con cédula de ciudadanía **040204307-9**, Magister en Enseñanza de Inglés como Lengua Extranjera con número de registro **7241238829** en la Secretaría De Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, declaro que después de revisar y hacer observaciones a la traducción del "Abstract" del trabajo: "Obtención del Extracto de Antocianinas de Arándanos como Antioxidante en la Crema de Yogurt Griego Bajo en Grasa", mismo que pertenece a **Paula Liseth Alemán Pozo**, con cédula: **1722702964**.

Se expide este certificado validando el "Abstract" del trabajo mencionado para los fines que los interesados estimen conveniente.

**KARINA
MISHELL
LEON GARCIA**  Firmado digitalmente por
KARINA MISHELL
LEON GARCIA
Fecha: 2024.09.09
16:10:02 -05'00'

MSc. Karina Mishell León García

Docente de Inglés

Contacto: 0998973214

Anexo 3. IMÁGENES



Figura 11. Descremación de leche.



Figura 12. Determinación de grasa por Gerber.



Figura 13. Deshidratación de arándanos.



Figura 14. Determinación de humedad.



Figura 15. Extracción de antocianinas de arándanos.



Figura 16. Antocianinas de arándanos.

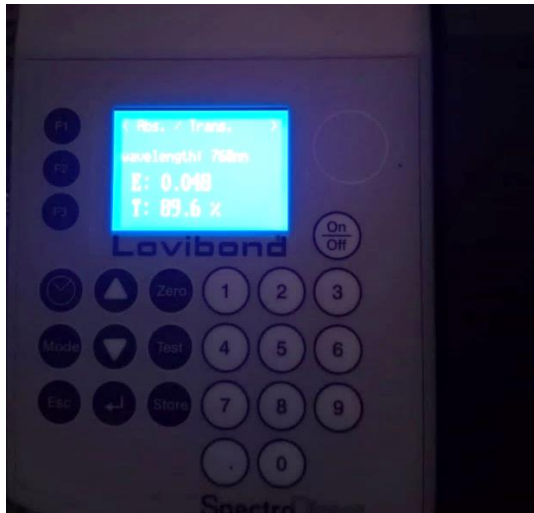


Figura 17. Actividad Antioxidante RAT.



Figura 18. Crema de yogurt griego



Figura 19. Evaluación sensorial.



Figura 20. Muestras para catación.

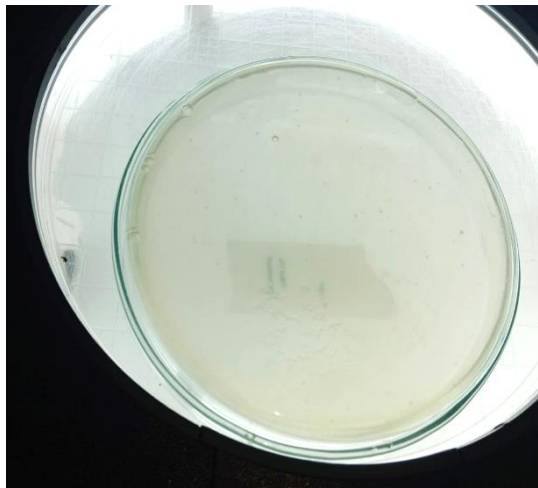


Figura 21. Conteo de microorganismos.



Figura 22. Determinación de Proteína.



Figura 23. Determinación de acidez.



Figura 24. Determinación de la acidez Titulable

Género: Edad: Fecha:.....

Frente a usted hay siete muestras de la "Obtención del extracto de antocianinas de arándanos como antioxidante en la crema de yogurt griego bajo en grasa"

Indicaciones Generales:

- ◆ Califique los atributos de las muestras que se presentan en la tabla número 2 con los valores de aceptabilidad de la tabla número 1.
- ◆ Se recomienda enjuagar su boca entre cada muestra.
- ◆ Empezar el análisis de izquierda a derecha.

Tabla 1. Escala de valores de aceptabilidad

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

Tabla 2. Análisis sensorial de la crema de yogurt griego bajo en grasa

Atributos	131	572	640	388	684	568	600	374
Color								
Olor								
Sabor								
Textura								
Aceptabilidad								

Observaciones:

.....

Figura 25. Hoja de evaluación sensorial.