

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HUMANAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y  
COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DEL YOGURT CON  
ADICIÓN DE FRAMBUESA SILVESTRE (*Rubus roseus Poir*)”**

**PRESENTADA POR LOS BACHILLERES:**  
**SANTOS TORRES, ROBERTO CARLOS**  
**VENTURA PAYANO, PAULA INES**

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

**JUNÍN – PERÚ**

**2020**

---

**ASESORA:**  
**Mg. RUTH IRENE JESÚS RODRÍGUEZ**

**CO ASESOR:**  
**Ing. EDSON HILMER JULCA MARCELO**

---

## DEDICATORIA

*A mi madrecita Rosmery, a mis hermanos, a mis abuelitos y tíos por haberme apoyado incondicionalmente a forjarme como profesional y persona de bien durante todo este camino de preparación.*

*Roberto Carlos*

*Dedico el presente trabajo de investigación con amor a mis padres Juan Ventura Espiritu, Eulalia Payano Luna y hermanos Morayma, Rosmery, Hans, Emy, Marita y Mariana; quienes compartieron mis pequeños logros brindándome apoyo y cariño con palabras de aliento durante mi formación profesional y poder alcanzar mis metas trazadas.*

*Paula Inés.*

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios por protegerme, guiarme y no salirme del rumbo y brindarme la sabiduría y fortaleza para vencer los inconvenientes e impedimentos durante mi vida universitaria.
- A la Universidad Nacional del Centro del Perú y en especial a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas sede Junín, por haberme acogido en sus cálidas aulas durante mis años de preparación.
- A mis catedráticos por brindarme sus conocimientos, consejos y amistad en toda esta etapa de formación profesional.
- A mi compañera de tesis Paula Ventura Payano, por siempre apoyarme y demostrar la amistad sincera durante todo este arduo trabajo de investigación.
- A la Mg. Ruth Jesús Rodríguez, asesora de tesis y al Ing. Edson Julca Marcelo, co - asesor por su inestimable aporte y compromiso en la ejecución de este trabajo.
- A todas las personas que apoyaron y coadyuvaron de distintas maneras en la ejecución y culminación del trabajo de investigación.

*Roberto Carlos Santos Torres.*

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios por protegerme y guiar el camino de mi formación profesional.
- A la Universidad Nacional del Centro del Perú- Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas- Junín, por haberme acogido en sus cálidas aulas.
- A mis maestros, por haberme aportado sus conocimientos y brindado su amistad incondicional.
- A la Mg. Ruth Irene Jesús Rodríguez, asesora de la tesis y al Ing. Edson Himer Julca Marcelo, co asesor por su tiempo y compromiso a la realización de la tesis.
- A mis padres, por su apoyo incondicional para mi formación profesional.
- A mi colega de tesis Roberto, por su apoyo y tener su compromiso puesto en la realización de la tesis.
- A las personas que ayudaron con su apoyo moral, afectivo, emocional y hasta económico a la finalización del trabajo de investigación.

*Paula Inés Ventura Payano.*

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*), recolectadas en el distrito de Ulcumayo. Las antocianinas fueron extraídas por el método de lixiviación, usando como extractante una mezcla hidroalcohólica (34% de etanol), durante cuatro sifonadas a temperatura inferior a 65°C. Se elaboró el yogurt probiótico natural y se adicionó las antocianinas en los porcentajes previstos para los cuatro tratamientos (T0 = 0%, T1 = 2%, T2 = 4% y T3 = 6%). Para la evaluación sensorial se emplearon 30 panelistas semi entrenados, obteniéndose como mejor tratamiento a T3 con los siguientes puntajes para los atributos: color ( $4,13 \pm 0,86$ ); olor ( $3,70 \pm 0,84$ ); sabor ( $3,93 \pm 1,01$ ) y textura ( $4,00 \pm 0,69$ ). La capacidad antioxidante fue determinada por el método de DPPH obteniéndose los resultados:  $1,52 \pm 0,23$ ;  $5,27 \pm 0,09$ ;  $11,11 \pm 0,53$  y  $17,22 \pm 0,45$   $\mu\text{mol ET/ml}$  respectivamente y el contenido de polifenoles:  $0,57 \pm 0,01$ ;  $10,33 \pm 0,23$ ;  $15,83 \pm 0,15$  y  $21,96 \pm 0,22$  mg AGE/100 ml respectivamente. La prueba Tukey para la capacidad antioxidante indica que todas las muestras son estadísticamente diferentes y en el contenido de polifenoles solamente T3 y T0 son estadísticamente diferentes, siendo T3 el mejor tratamiento. Sin tener estándares de comparación para estos dos indicadores se ha demostrado que el yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre es un alimento funcional con capacidad antioxidante y compuestos fenólicos.

**Palabras claves:** Capacidad antioxidante, polifenoles, yogurt, antocianinas, frambuesa

## ABSTRACT

The objective of the work was to determine the antioxidant capacity and the polyphenol content of yogurt with the addition of anthocyanins from wild raspberry (*Rubus roseus* Poir), collected in the Ulcumayo district. The anthocyanins were extracted by the leaching method, using a hydroalcoholic mixture (34% ethanol) as extractant, during four siphons at a temperature below 65 ° C. Natural probiotic yogurt was prepared and anthocyanins were added in the percentages provided for the four treatments (T0 = 0%, T1 = 2%, T2 = 4% and T3 = 6%). For the sensory evaluation, 30 semi-trained panelists were used, obtaining T3 as the best treatment with the following scores for the attributes: color ( $4.13 \pm 0.86$ ); odor ( $3.70 \pm 0.84$ ); flavor ( $3.93 \pm 1.01$ ) and texture ( $4.00 \pm 0.69$ ). The antioxidant capacity was determined by the DPPH method, obtaining the results:  $1.52 \pm 0.23$ ;  $5.27 \pm 0.09$ ;  $11.11 \pm 0.53$  and  $17.22 \pm 0.45$   $\mu\text{mol TE / ml}$  respectively and the content of polyphenols:  $0.57 \pm 0.01$ ;  $10.33 \pm 0.23$ ;  $15.83 \pm 0.15$  and  $21.96 \pm 0.22$   $\text{mg AGE / 100 ml}$  respectively. The Tukey test for antioxidant capacity indicates that all the samples are statistically different and in the polyphenol content only T3 and T0 are statistically different, with T3 being the best treatment. Without having comparison standards for these two indicators, it has been shown that yogurt with wild raspberry anthocyanins is a functional food with antioxidant capacity and phenolic compounds.

**Key words: Antioxidant capacity, polyphenols, yogurt, anthocyanins, raspberry**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XV

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento de la investigación.....	18
1.2. Problema de investigación .....	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problemas específicos. ....	19
1.3. Justificación e importancia.....	20
1.3.1. Justificación tecnológica. ....	20
1.3.2. Justificación social.....	20
1.3.3. Justificación práctica .....	21
1.3.4. Justificación teórica .....	21
1.4. Objetivos de investigación .....	22
1.4.1. Objetivo general. ....	22
1.4.2. Objetivos específicos.....	22
1.5. Delimitaciones de la investigación.....	22
1.5.1. Delimitación espacial. ....	22

1.5.2. Delimitación metodológica. ....	22
1.5.3. Delimitación temporal. ....	23

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes .....	24
2.2. Bases teóricas .....	27
2.2.1. Capacidad antioxidante. ....	27
2.2.2. Compuestos fenólicos.....	28
2.2.3. Antocianinas.....	29
2.2.4. Frambuesa ( <i>Rubus idaeus</i> L.).....	32
2.2.5. Yogurt.....	37
2.3. Definición de términos básicos .....	46
2.3.1. Capacidad antioxidante. ....	46
2.3.2. Compuestos fenólicos.....	47
2.3.3. Yogur (yogurt).....	47
2.4. Variables .....	48
2.5. Operacionalización de variables .....	48
2.6. Hipótesis de investigación.....	48

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Lugar de ejecución .....	50
3.2. Materia prima .....	50
3.3. Materiales, equipos y reactivos .....	50
3.3.1. Materiales .....	50
3.3.2. Equipos.....	52

3.3.3. Reactivos .....	52
3.4. Tipo de investigación .....	53
3.5. Nivel de investigación.....	53
3.6. Método de investigación .....	53
3.6.1. Análisis fisicoquímico de la leche.....	53
3.6.2. Análisis fisicoquímico del yogurt.....	53
3.6.3. Análisis proximal del yogurt. ....	54
3.6.4. Análisis sensorial.....	54
3.6.5. Extracción de antocianinas de la frambuesa.....	54
3.6.6. Elaboración de yogurt con adición de antocianinas de frambuesa.....	56
3.6.7. Determinación de la capacidad antioxidante.....	57
3.6.8. Determinación de contenido de compuestos fenólicos totales.....	58
3.7. Diseño de investigación .....	59
3.7.1. Diseño experimental.....	59
3.8. Población y muestra .....	60
3.8.1. Población.....	60
3.8.2. Muestra.....	60
3.9. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de información o datos .....	60
3.9.1. Técnicas e instrumentos. ....	60
3.9.2. Procedimientos de recolección de datos.....	61
3.9.3. Técnicas de procesamiento de información o datos .....	61

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1. Capacidad antioxidante del yogurt con antocianina de frambuesa silvestre.....	62
4.2. Compuestos fenólicos totales del yogurt con antocianinas de frambuesa .....	64

4.3. Evaluación sensorial del yogurt con antocianinas de frambuesa .....	66
4.3.1. Prueba de Friedman para el atributo color. ....	68
4.3.2. Prueba de Friedman para el atributo olor. ....	68
4.3.3. Prueba de Friedman para el atributo sabor. ....	69
4.3.4. Prueba de Friedman para el atributo textura.....	70

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIONES**

5.1. Capacidad antioxidante del yogurt con antocianina de frambuesa silvestre .....	72
5.2. Compuestos fenólicos totales del yogur con antocianinas de frambuesa.....	73
5.3. Evaluación sensorial del yogurt con antocianinas de frambuesa .....	74
CONCLUSIONES .....	76
RECOMENDACIONES .....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
ANEXO .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional y capacidad antioxidante en 100 g de frambuesas frescas.....	34
Tabla 2. Composición nutricional del yogurt natural.....	40
Tabla 3. Características fisicoquímicas del yogurt.....	42
Tabla 4. Características microbiológicas del yogurt .....	43
Tabla 5. Características microbiológicas del yogurt .....	44
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	49
Tabla 7. Esquematización del diseño experimental de la evaluación sensorial a los diferentes porcentajes de adición de antocianinas de frambuesa.....	60
Tabla 8. Porcentaje de captación de radicales libres del yogurt.....	62
Tabla 9. Capacidad antioxidante del yogurt.....	62
Tabla 10. Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para la capacidad antioxidante .....	63
Tabla 11. ANOVA de la capacidad antioxidante del yogurt.....	63
Tabla 12. Comparaciones múltiples de Tukey para la capacidad antioxidante.....	64
Tabla 13. Porcentaje equivalente de ácido gálico en el extracto del yogurt .....	64
Tabla 14. Contenido de compuestos fenólicos del yogurt con antocianinas de frambuesa .....	65
Tabla 15. Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para los compuestos fenólicos .....	65
Tabla 16. ANOVA del contenido compuestos fenólicos totales del yogurt.....	65
Tabla 17. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de compuestos fenólicos ....	66
Tabla 18. Aceptabilidad sensorial del yogurt con antocianinas de frambuesa.....	66
Tabla 19. Prueba de Friedman para el atributo color .....	68
Tabla 20. Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo color.....	68
Tabla 21. Prueba de Friedman para el atributo olor .....	69
Tabla 22. Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo olor .....	69
Tabla 23. Prueba de Friedman para el atributo sabor.....	69

Tabla 24. Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo sabor .....	70
Tabla 25. Prueba de Friedman para el atributo textura .....	70
Tabla 26. Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo textura.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principio del ensayo de capacidad de eliminación de radicales DPPH .....	27
Figura 2. Molécula de Trolox.....	28
Figura 3. Estructura básica de antocianinas .....	30
Figura 4. Estructura bidimensional del ion flavilio.....	31
Figura 5. Frambuesa ( <i>Rubus ideaus</i> ).....	32
Figura 6. Flujo de elaboración del yogurt artesanal .....	45
Figura 7. Equipo de extracción Soxhlet .....	55
Figura 8. Diagrama de flujo de elaboración de yogurt con adición de antocianina.....	56
Figura 9. Esquema del diseño experimental de la investigación.....	59
Figura 10. Valoración de los atributos sensoriales del yogurt con diferentes % de antocianinas de frambuesa silvestre .....	67
Figura 11. Valoración de los atributos sensoriales de acuerdo con la prueba de friedman.....	71

## INTRODUCCIÓN

Se ha ido incrementando la importancia por mantener una buena salud mediante una alimentación adecuada, por lo que las personas optan por consumir alimentos funcionales, que aporten beneficios a nuestro organismo. La inquietud de los compradores por la seguridad e inocuidad de los pigmentos artificiales ha ido en aumento, inclinando su predilección por el uso de pigmentos naturales como aditivos (Farré et al., 2010). El uso de colorantes naturales además puede traer beneficios como es el caso de la antocianina de la frambuesa silvestre.

La frambuesa es una de las bayas más populares y es considerada una de las mejores fuentes de polifenoles, incluidos flavonoles y antocianinas (Ponder & Hallmann, 2019), se caracteriza por ser un fruto de color rojo, pero es posible encontrar especies y variedades de color negro, amarillo o púrpura (Bañados, 2002). La composición de la frambuesa es de 85 a 90% de agua; 5% de carbohidratos (fructosa y glucosa); 1,72% de ácido cítrico, tiene alto contenido de vitamina C y vitaminas A, E y K además de ácido fólico, calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio y manganeso; es bajo en sodio (1 mg/100 g) y aporta el 6,5% de fibra soluble como las pectinas, lo que proporciona diversos beneficios a la salud, por ser considerado secuestrante de sustancias nocivas como el colesterol, los ácidos biliares, etc., que luego son eliminados en las heces (Juan García et al., 2014).

Además, Ponder & Hallmann, (2019) han indicado que las frutas orgánicas contienen más compuestos bioactivos que las frutas convencionales, puesto que en un estudio hallaron que las muestras orgánicas contenían significativamente más materia seca, ácido fenólico y flavonoides, incluyendo mircetina, quercetina, luteolina y quercetina-3-O-rutinósido, indicando además que el tiempo de cosecha fue un elemento trascendental en la calidad de la fruta de frambuesa, para este caso las frambuesas silvestres se caracterizan por ser productos orgánicos.

Las antocianinas es el grupo más resaltante dentro de los compuestos solubles en el agua, que su adición imparte color pero sobre todo propiedades antioxidantes beneficiosas para

la salud, sin efectos contradictorias ya demostrado por años en su consumo; además que es fácil de incorporarse a los alimentos acuosos ya que son hidrosolubles (Markakis, 2012).

Después de haber conocido las ventajas que poseen los frutos, especialmente silvestres como la frambuesa y estando en la búsqueda de nuevas alternativas para su empleo como colorantes naturales con capacidad antioxidante y con contenidos de polifenoles como la frambuesa silvestre; la cual fue añadido al yogurt como colorante natural y luego se evaluó la capacidad antioxidante, el contenido de polifenoles y una evaluación de aceptación sensorial, convirtiéndose así en una alternativa sana y natural.

A pesar de la importancia que se le ha brindado a lo natural en esta época, el uso de colorantes naturales, nuestro país aún no ha llegado a desarrollar esta industria, pues la mayor parte de estos pigmentos recién se encuentran en estudios, por lo que se viene desaprovechando la gran biodiversidad con la que cuenta nuestro país, razón que ha impulsado a llevar a cabo este trabajo de investigación, con la única intención de aportar un granito de arena para dar uso y valor a este producto.

Por este motivo el trabajo se planteó como objetivo determinar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*), poniendo especial énfasis en determinar la capacidad antioxidante del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) por el método DPPH; identificar la cantidad de compuestos fenólicos totales en el yogurt con adición de antocianina frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) por el método Folin Ciocalteu y evaluar la aceptabilidad sensorial del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*).

Para realizar este trabajo se recolectaron frambuesas silvestres en el distrito de Ulcumayo, una vez en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas se procedió a realizar la selección y clasificación para luego congelar las muestras a fin de

conservarlos hasta el momento de realizar la extracción de las antocianinas por el método de lixiviación con extractor sohxlet empleando una mezcla hidroalcohólica con 34% de alcohol durante cuatro sifonadas a una temperatura inferior a 65°C.

Luego se inicia la preparación del yogurt natural, para ello se realizó el control de calidad de la leche a fin de obtener un producto de buenas características, el yogurt fue elaborado bajo la metodología recomendada por SENATI, (1999); obtenido el yogurt se le adicionó el colorante con las antocianinas de la frambuesa en los porcentajes previstos para los cuatro tratamientos: T0 = 0%, T1 = 2%, T2 = 4% y T3 = 6%.

Se realizó la evaluación sensorial con 30 panelistas (jueces) semi entrenados, estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la FICCHH – UNCP sede Junín, que tuvo como mejor tratamiento a T3 con los siguientes puntajes para los atributos: color ( $4,13 \pm 0,86$ ); olor ( $3,70 \pm 0,84$ ); sabor ( $3,93 \pm 1,01$ ) y textura ( $4,00 \pm 0,69$ ). Posteriormente se determinó la capacidad antioxidante por el método de DPPH obteniéndose los resultados T0 =  $1,52 \pm 0,23$   $\mu\text{mol ET/ml}$ ; T1=  $5,27 \pm 0,09$   $\mu\text{mol ET/ml}$ ; T2 =  $11,11 \pm 0,53$   $\mu\text{mol ET/ml}$  y T3 =  $17,22 \pm 0,45$   $\mu\text{mol ET/ml}$  y el contenido de polifenoles con los resultados de T0 =  $0,57 \pm 0,01$  mg AGE/100 ml; T1=  $10,33 \pm 0,23$  mg AGE/100 ml; T2 =  $15,83 \pm 0,15$  mg AGE/100 ml y T3 =  $21,96 \pm 0,22$  mg AGE/100 ml.

A continuación, se pone a disposición el contenido del trabajo que para un mejor entendimiento se encuentra dividido en 5 capítulos: planteamiento de la investigación (capítulo I), marco teórico (capítulo II), metodología de la investigación (capítulo III), resultados de la investigación (capítulo IV) y discusión de resultados (capítulo V).

**Los autores.**

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento de la investigación

El color de un alimento es el atributo que define el juicio sobre la calidad, ya que modifica subjetivamente otros atributos de aceptación o rechazo a un alimento (Lucas, 2019). Los colorantes alimentarios naturales obtenidos de plantas son de creciente interés, ya que son seguros y saludables y afectan positivamente el color de los alimentos; además, pueden tener efectos positivos adicionales sobre sus propiedades (Rózyło, 2020).

Los colorantes naturales de origen vegetal gozan de mayor interés ya que brindan efectos positivos sobre la salud humana (Sigurdson et al., 2017), pudiendo también ser empleados como aditivos funcionales (Rózyło, 2020). Sin embargo, los pigmentos naturales tienen un uso limitado debido a su menor estabilidad y mayores interacciones con otros ingredientes alimentarios (Sigurdson et al., 2017); además de no conocer cómo influyen estos colorantes sobre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales del alimento sobre el cual fue empleado.

Actualmente en el distrito de Ulcumayo, ubicado a 63 Km de la capital de la Provincia de Junín, existen frutos silvestres con alto contenido de sustancias antioxidantes que no vienen siendo aprovechados por los habitantes de la zona, ya que mayormente se dedican al cultivo de la papa. Uno de estos frutos es la frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) al cual se le atribuye la presencia de antocianinas, las cuales poseen características benéficas para la salud humana como consecuencia de su mecanismo protector frente a diversas infecciones y al cáncer (Mach & Sancho, 2015).

Las frambuesas son reconocidas por su capacidad antioxidante, puesto que juntamente con las vitaminas tiene una elevada cantidad de compuestos fenólicos (monofenóles,

polifenoles y flavonoides) dentro de las cuales destacan las antocianinas, los elagitaninos, las cianidinas, el ácido elágico y los hidroxicinamatos (Fundación Española de Nutrición, 2015).

El actual interés por los antioxidantes naturales se debe principalmente a tres razones: la escasa confianza que brinda el uso de antioxidantes sintéticos, la eficiencia antioxidante de diversos compuestos fitoquímicos y la percepción del público que consumir ciertos compuestos fitoquímicos controlan el desarrollo de ciertas enfermedades agudas y crónicas y los procesos de envejecimiento, asimismo existe la convicción que todo producto natural resulta más seguro que un compuesto sintético y por eso gozan de mayor aceptación comercial ya se cómo reguladores, inhibidores enzimáticos, conservantes, etc. (Figuroa & Mollinedo, 2017).

Conociendo la importancia que tienen las sustancias presentes en la frambuesa silvestre, teniendo la disponibilidad, escaso aprovechamiento para consumo directo y en pequeñas cantidades, surge el interés de investigar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles de las antocianinas de frambuesa silvestre adicionadas al yogurt como un colorante natural con posibilidad de industrialización en la región, reemplazando a los colorantes sintéticos los cuales son perjudiciales para la salud del ser humano.

## **1.2. Problema de investigación**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuál es la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

- ¿Cuál es la capacidad antioxidante del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre?
- ¿Qué cantidad de compuestos fenólicos totales hay en el yogurt con adición de antocianina frambuesa silvestre?

- ¿Cuál es la aceptabilidad sensorial del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre?

### **1.3. Justificación e importancia**

Actualmente la población mundial tiene un marcado interés por sustituir el empleo de pigmentos artificiales por aquellos de origen natural, que sean vistosos brinden beneficios a la salud del ser humano y se mantengan estables en el tiempo (Herrera, 2017). Dentro de los colorantes naturales más conocidos se tienen a las antocianinas (Martins et al., 2016), las cuales se han convertido en un factor muy importante para la industria de alimentos, pues este se emplea por su capacidad antioxidante, pero esta tiene aún características por mejorar (baja solubilidad y alta viscosidad) (Orellano & Valverde, 2017).

De otra parte se conoce que el pigmento de la frambuesa es un ingrediente natural con beneficios para la salud debido a sus ricos polifenoles, especialmente antocianinas (Anuyahong et al., 2020) lo cual ha permitido justificar el trabajo desde diversos puntos de vista.

#### **1.3.1. Justificación tecnológica.**

Los resultados del trabajo de investigación pueden aprovecharse en la industria alimentaria, debido a que el uso de las antocianinas de la frambuesa como colorante aplicado al yogurt no solo mejorarán la aceptabilidad del producto sino que mejorará las características intrínsecas brindándole efecto benéfico para la salud humana, expandiendo de este modo su utilidad para la industria y el bienestar del ser humano, garantizando la seguridad del alimento, buscando transmitir las ventajas más destacadas de los pigmentos al bienestar del consumidor e incrementando el nivel de calidad de un producto nutritivo y saludable (Lucas, 2019).

#### **1.3.2. Justificación social.**

El objetivo del trabajo fue de extraer las antocianinas de la frambuesa silvestre por el método de lixiviación y luego adicionarlo como colorante y saborizante al yogurt probiótico,

obteniendo así un alimento funcional nutritivo y con efectos benéfico sobre la salud del consumidor (Lucas, 2019), pues diversos estudios han demostrado que los productos con altos contenidos de antocianinas mejoran la nitidez visual, presentan elevada capacidad antioxidante, atrapan radicales y actúan como agentes quimioprotectores (Aguilera et al., 2011), también las antocianinas tiene propiedades antidiabéticas, control de los lípidos, descarga de insulina e impactos vaso protectores (Lucas, 2019).

El interés por los colorantes antociánicos se viene fortaleciendo a causa de sus características farmacológicas y restauradoras, debido a que estos se mantienen intactos luego de pasar del tracto gastrointestinal a la sangre, disminuyendo las enfermedades cardíacas, carcinogénicas, tumorales e incluso la diabetes, efectos que se encuentran relacionados con la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos (Lucas, 2019).

### **1.3.3. Justificación práctica**

La ejecución del trabajo de investigación promoverá el uso de recursos naturales del distrito de Ulcumayo en la provincia de Junín, como lo son las frambuesas silvestres, que pueden aprovecharse como colorante natural para el yogurt, pero para ello sería necesario complementar con otro trabajo de investigación que permita el cultivo de estas frambuesas.

Estas actividades beneficiarían enormemente al sector agrícola del distrito y al sector ganadera de la provincia, que podrían ofertar en el mercado un yogurt funcional con las características que solicitan los consumidores de este tiempo.

### **1.3.4. Justificación teórica**

La metodología mediante la cual se realizó el trabajo la hace accesible a docentes, estudiantes e investigadores, pues presenta datos sobre la técnica de extracción por el método de lixiviación, la forma de adición y el estudio de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles de yogurt con adición de antocianinas de frambuesas silvestres.

## **1.4. Objetivos de investigación**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Determinar la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*)

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar la capacidad antioxidante del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre por el método DPPH.
- Determinar la cantidad de compuestos fenólicos totales en el yogurt con adición de antocianina frambuesa silvestre por el método Folin Ciocalteu.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre con panelistas semientrenados.

## **1.5. Delimitaciones de la investigación**

La investigación se ha delimitado en los siguientes aspectos:

### **1.5.1. Delimitación espacial.**

Para llevar a cabo el estudio se empleó frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) del distrito de Ulcumayo, Provincia de Junín, Región Junín.

El trabajo experimental se desarrolló en el laboratorio de biología y química y el taller de procesos agroindustriales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro del Perú sede Junín.

### **1.5.2. Delimitación metodológica.**

En la ejecución del trabajo se realizó la extracción de las antocianinas de la frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) por el método soxhlet con una mezcla hidroalcohol, la misma que fue empleada para dar color y sabor al yogurt. Para la determinación de la capacidad

antioxidante se empleó el Método DPPH, recomendado por Brand-Williams et al., (1995); y para la determinación de compuestos fenólicos totales se empleó el Método de Folin Ciocalteu.

### **1.5.3. Delimitación temporal.**

La recolección, extracción de antocianinas y las pruebas de laboratorio se ejecutó desde el mes marzo hasta el mes de julio de 2019, periodo donde es posible encontrar las frambuesas silvestres meses en la cual la producción de mashua negra es menor.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Para la formulación y sustento del trabajo se realizó una búsqueda de información que permitió la formulación del estudio se puede citar a los siguientes:

Inostroza et al., (2015), en el artículo “Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogurt” concluyen que los colorantes obtenidos de la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) poseen actividad antioxidante de  $15,8 \pm 0,2 \mu\text{mol/g}$  aplicando el ensayo DPPH y  $17,0 \pm 0,2 \mu\text{mol/g}$  con ABTS y se constituyen en una alternativa de pigmento morado que puede emplearse en productos de acidez media como el yogurt, además el filtrado del extracto presenta alta concentración de flavonoides, fenoles, antocianidinas y quinonas; biomoléculas promotoras de la capacidad antioxidante.

Ramos & Zabaleta, (2013), en la tesis “Elaboración de un yogurt estandarizado con adición de Hibiscus sabdariffa (flor de Jamaica), con propiedad funcional (antioxidante)” concluyen que la adición de flor de Jamaica (50, 100 y 150 ppm) le brinda propiedades antioxidantes al yogur en comparación con el tratamiento control, obteniéndose una mayor actividad antioxidante en el tratamiento que incluyó 150 ppm de aceite esencial de flor de Jamaica con 100% de captación de radicales libres a lo largo del día. Todos los tratamientos mostraron una pérdida de la capacidad antioxidante acorde con el tiempo de almacenamiento (1, 6, 11 y 16 días), observándose además que el tratamiento con 150 ppm de adición de aceite esencial de flor de Jamaica presentó la menor disminución de la actividad antioxidante pero es la que menos aceptación sensorial obtuvo, siendo el tratamiento con 100 ppm de adición de aceite esencial de flor de Jamaica es la que tuvo una mayor aceptación sensorial teniendo en cuenta las cualidades atributos de sabor, textura y aceptabilidad general, para este estudio se

emplearon panelistas no entrenados. Finalmente se estableció que el yogurt con adición de aceite esencial de flor de Jamaica cumplió con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos.

Salinas et al., (2005), en el trabajo “Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays L.*) como colorantes en yogurt”, concluyen que la cantidad de antocianos en la fracción pericarpio-aleurona (FPCA) que se obtuvo de 4 tipos de maíz analizados, es semejante a los reportados para la concentración de antocianinas del rábano rojo y la col morada, necesitándose solamente 1 mg de antocianinas/100 g de yogurt para lograr una coloración semejante al yogurt comercial de fresa, teniendo el mérito de obtener un alimento natural libre de pigmentos químicos o industriales y con un elevado porcentaje de antioxidantes en su composición. Las variaciones de pigmentación más marcadas en las muestras de yogurt coloreado con antocianinas se notaron en los 10 primeros días de almacenamiento y residieron fundamentalmente en una disminución del tono rojizo, con reducción de la luminosidad y de la intensidad del color, no obstante, dichas variaciones no fueron evidenciados a simple vista, considerando que es posible emplear extractos líquidos de antocianinas extraídos del maíz para colorear alimentos de bajo pH.

Quezada & Reyes, (2019) en la tesis “Capacidad antioxidante del yogurt natural suplementado con *Actinidia deliciosa* (kiwi) en 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo” mencionan que se preparó yogurt con adición de jalea de kiwi al 5%, 10%, 15% y 20% y posteriormente se determinó la capacidad antioxidante mediante el método DPPH. Los resultados fueron expresados en mg de Ácido ascórbico por 100 mL de leche fresca, obteniéndose que el yogurt natural suplementado con *Actinidia deliciosa* (Kiwi) al 20% presentó el mayor porcentaje de captación de radicales libres (91,76 %) y un IC<sub>50</sub> de 0,483 µg/ml; comprobándose que a medida que se incrementa la concentración también aumenta la capacidad antioxidante.

Camacho & Merino, (2018), en la tesis “Estimación del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del café arábica (*Coffea arabica*) orgánico y convencional en el proceso de elaboración de yogur aromatizado con café” concluyen que el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante del yogurt aromatizado con café es directamente proporcional a la concentración de confitura de almíbar de café. El yogurt saborizado con café convencional tuvo una mayor cantidad de polifenoles y mayor capacidad antioxidante que el café orgánico. El yogurt saborizado con café orgánico al 23% y 19% tuvo mayor aceptación de los panelistas en el análisis sensorial, seguido por el café convencional al 23%; asimismo, este último tiene un mayor contenido de polifenoles y mayor capacidad antioxidante que las demás muestras. Por no tener datos de los requerimientos diarios de polifenoles y antioxidantes, no es posible afirmar que el yogur saborizado con café es una buena fuente de antioxidantes y polifenoles totales.

Alvarado et al., (2011) en el trabajo “Desarrollo de yogurt con capacidad antioxidante elaborado con leche de cabra (*Capra hircus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.)” concluyendo que la adición de la mermelada de tomate de árbol al yogurt natural elaborado con leche de cabra incrementó la capacidad antioxidante ( $0,500 \pm 0,049 \mu\text{M}$  Trolox equivalentes/mg sólidos solubles) en un 71 % en comparación al yogurt natural ( $0,293 \pm 0,016 \mu\text{M}$  Trolox equivalentes/mg sólidos solubles), y al mismo tiempo, resultó en un producto con buena aceptabilidad.

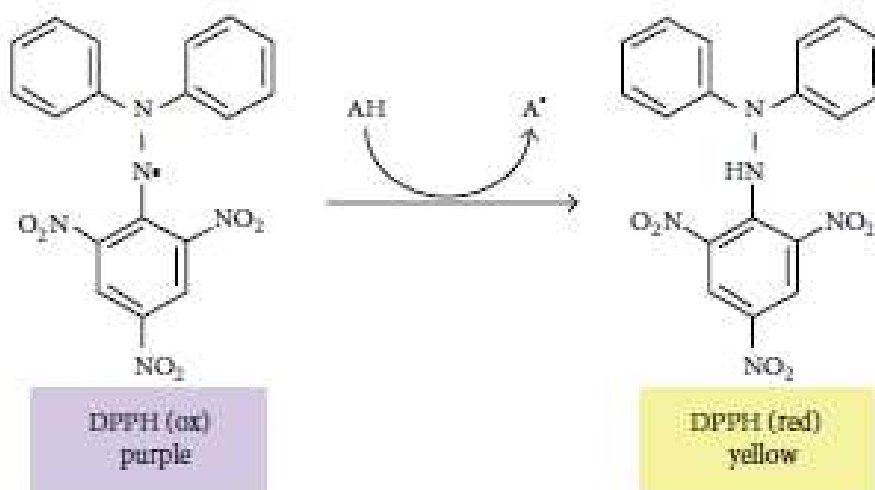
Lucas, (2019) en la tesis “Extracción de pigmentos antocianicos de la coronta de maíz morado (*Zea mays L.*) y uso como colorantes en la elaboración de yogurt” concluyen que la evaluación sensorial muestra mayor preferencia en cuanto al atributo color fue el T3 con un puntaje de 6 (muy bueno). La mayor extracción de antocianinas tuvo como parámetros un tamaño de partícula de 2 mm, solvente etanol al 80% con ácido cítrico al 1%, pH 2; la muestra se dejó reposar por 12 horas a una temperatura de 4°C y obteniéndose una concentración de antocianinas de 7,056 mg/g.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Capacidad antioxidante.

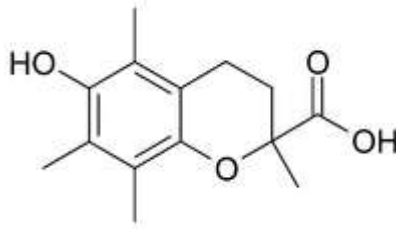
Un antioxidante es una biomolécula que se encuentra presente en pequeñas concentraciones, menores a los de la fracción oxidable y que imposibilita los procesos oxidativos del sustrato (Benzie & Strain, 1996), se presentan en forma de enzimas o metabolitos secundarios como los fenoles o los compuestos fenólicos (Cés, 2016).

Para medir la capacidad (actividad) antioxidante de frutas o berries como la frambuesa se emplea generalmente una prueba de decoloración, conocido como DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil); esta es una prueba espectrofotométrica cuyo principio está basado en la caída de los valores de absorbancia medidos a 515 nm para una disolución alcohólica del radical DPPH (cromógeno oxidado) con el extracto de la muestra a evaluar, empleando como blanco la solución DPPH. La caída de la pigmentación es igual al grado o porcentaje de captura de radicales DPPH, brindando una adecuada medida de la capacidad antioxidante de la muestra empleada (Teixeira et al., 2013).



**Figura 1. Principio del ensayo de capacidad de eliminación de radicales DPPH**

Para medir la capacidad antioxidante de las muestras de acuerdo con el número de radicales hidroxilos, se emplea Trolox, una sustancia soluble equivalente de la vitamina E y es empleado como estándar para determinar la capacidad antioxidante (Ozgen et al., 2006).



**Figura 2. Molécula de Trolox**

### **2.2.2. Compuestos fenólicos.**

Estos compuestos encierran una gran variedad de productos vegetales que tienen un anillo bencénico con uno o más constituyentes hidroxilo. Los compuestos fenólicos de las plantas constituyen un bloque químicamente heterogéneo con un promedio de 10 000 biocompuestos; de estos unos son hidrosolubles pues están mezclados con glicósidos y normalmente se localizan en las vacuolas, otros son liposolubles y otro grupo lo constituyen los polímeros grandes e insolubles (Cés, 2016).

Los compuestos polifenólicos son producidos por plantas con fines defensivos cuando se encuentran en estados de mayor estrés biótico o abiótico; también se les puede llamar "pesticidas naturales" (Ponder & Hallmann, 2019). Otro grupo funciona como sostén mecánico, seduciendo a los encargados de polinizar y dispersar frutos, estos absorben las perjudiciales radiaciones UV, o disminuyendo el desarrollo de plantas cercanas (Cés, 2016).

Una función muy importante de los compuestos fenólicos es la capacidad antioxidante para combatir los radicales libres causados por el metabolismo común de cualquier vegetal, mediante el cual se producen radicales libres en las células como las especies de oxígeno de reactivo (ROS) donde cada átomo de oxígeno tiene distinto nivel de excitación electrónica (suceso que igualmente ocurre en el ser humano) tal como lo afirma Taiz et al., (2014), quien indica que entre las especies reactivas de oxígeno tenemos los radicales  $H_2O_2$  (peróxido de hidrógeno),  $O_2^-$  (superóxido),  $HO\cdot_2$  (hidroxiperoxil) o el  $OH^-$  (hidroxilo). Estas moléculas son producidas en diversos organelos de la célula, como las mitocondrias, los cloroplastos, la pared

celular y los peroxisomas. Debido al aumento de los ROS en la célula y para impedir perjuicios en esta las plantas producen otros componentes que intervienen como antioxidantes y restauran el equilibrio fisiológico. Los compuestos fenólicos hallados en las frambuesas son los derivados del ácido elágico, la vitamina C, los antocianos y los flavonoles (J. García et al., 2002).

### **2.2.3. Antocianinas.**

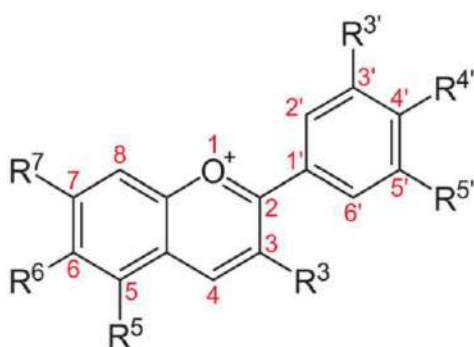
Las antocianinas son pigmentos coloreados solubles en agua que pertenecen al grupo fenólico. Los pigmentos están en formas glicosiladas. Las antocianinas son los responsables de la pigmentación roja, morada y azul, se encuentran en las frutas y hortalizas. Las bayas, grosellas, uvas y algunas frutas tropicales y las hortalizas de hoja, granos, raíces y tubérculos de color rojo a púrpura son alimentos que contienen un alto nivel de antocianinas. Entre los pigmentos de antocianina, el cianidin-3-glucósido es la antocianina principal que se encuentra en la mayoría de las plantas (Eng et al., 2017).

Las antocianinas se han empleado normalmente como colorante alimentario natural, cuya estabilidad y color están determinados por el pH, la luz, la temperatura y la estructura. En condiciones ácidas, las antocianinas tienen color rojo, pero se vuelven azules cuando aumenta el pH. La cromatografía se ha aplicado en gran medida en la extracción, separación y cuantificación de antocianinas. Además del uso de antocianidinas y antocianinas como colorantes naturales, estos pigmentos coloreados tienen potencial uso farmacéutico que brindan varios efectos benéficos para la salud (Eng et al., 2017).

Los estudios científicos, como los estudios de cultivo celular, modelos animales y ensayos clínicos en humanos, muestran que las antocianidinas y antocianinas poseen actividades antioxidantes y antimicrobianas, mejoran la salud visual y neurológica y protegen contra diversas enfermedades no transmisibles. Estos estudios confieren los efectos sobre la salud de las antocianidinas y antocianinas, que se deben a sus potentes propiedades antioxidantes. Diferentes mecanismos y vías están involucrados en los efectos protectores,

incluyendo la ruta de eliminación de radicales libres, la ruta de la ciclooxigenasa, vía de proteína quinasa activada por mitógeno y señalización de citocinas inflamatorias (Eng et al., 2017).

La antocianina se considera como un flavonoide, aunque tiene una carga positiva en el átomo de oxígeno del anillo C de la estructura básica de los flavonoides. También se le llama el ion flavilio (2 – fenilcromenilio). La estructura molecular general de la antocianina se muestra en la Figura 3.



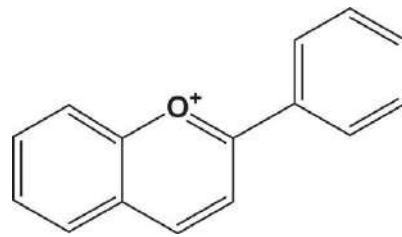
**Figura 3. Estructura básica de antocianinas**

#### **2.2.3.1. Tipos de antocianinas en plantas.**

La antocianina es una de las subclases de fitoquímicos fenólicos. La antocianina está en forma de glucósido, mientras que la antocianidina se conoce como la aglicona. Las antocianidinas se agrupan en 3 – hidroxiantocianidinas, 3 – desoxiantocianidinas y antocianidinas O – metiladas, mientras que las antocianinas están en forma de glucósidos de antocianidina y antocianinas aciladas. Los tipos habituales de antocianidinas son cianidina, delphinidina, pelargonidina, peonidina, petunidina y malvidina. Las antocianinas aciladas también se detectan en plantas además de las antocianinas típicas. La antocianina acilada se divide además en antocianina acrilada, antocianina cumaroilada, antocianina cafeína y antocianina malonilada (Eng et al., 2017).

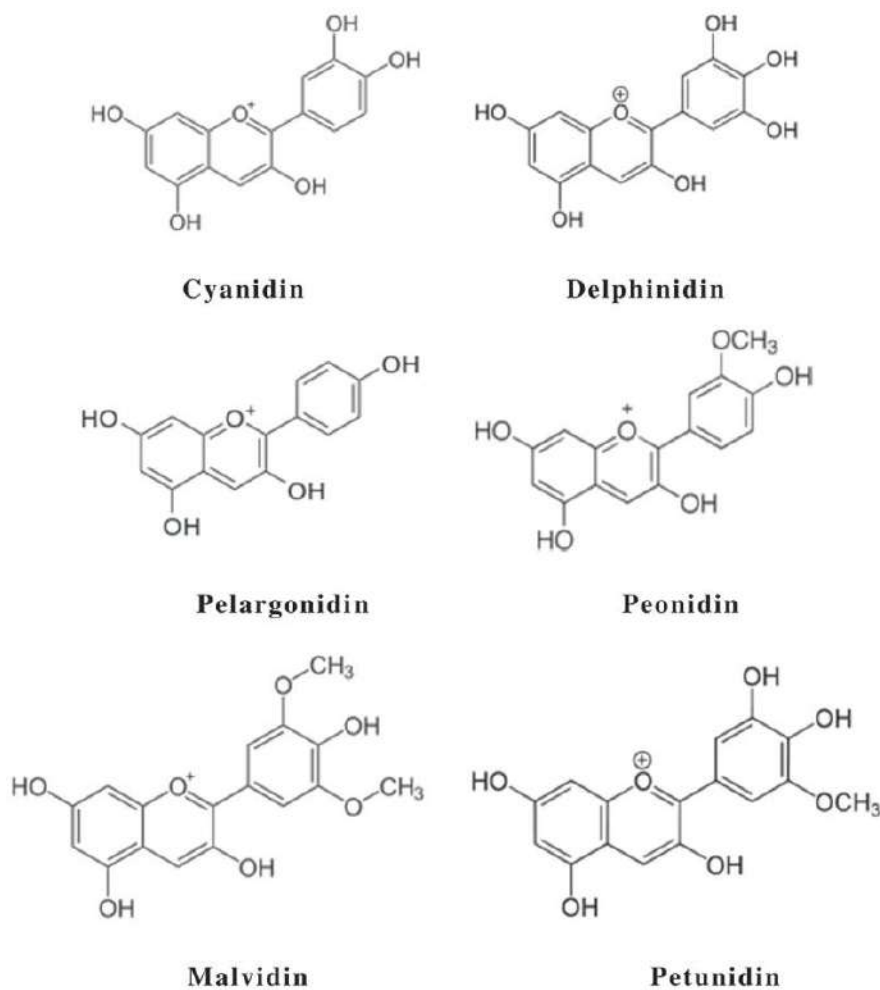
La antocianina se deriva del flavonol, y tiene la estructura básica del ion flavilio, es decir, la falta de una cetona de oxígeno en la posición 4 (Figura 4). La fórmula empírica del ion flavylium de la antocianina es  $C_{15}H_{11}O^+$  y su peso molecular de 207,25 g/mol. Por otro lado,

las antocianinas son la forma glicosilada de antocianidinas. Los enlaces conjugados de antocianinas dan como resultado plantas de color rojo, azul y púrpura (Eng et al., 2017).



**Figura 4. Estructura bidimensional del ion flavilio**

Las 6 antocianidinas más comunes en frutas y hortalizas están distribuidas de la siguiente manera: La cianidina 50%, delphinidina 12%, pelargonidina 12%, peonidina 12%, malvidina 7% y petunidina 7% (Castañeda et al., 2009), cuyas estructuras moleculares se muestran en la Figura 5.



**Figura 5. Principales antocianidinas en plantas**

Naturalmente las cianidinas son un pigmento rojizo-púrpura (magenta), que constituye el pigmento primordial de las bayas y otras hortalizas de color rojo como el camote rojo y el maíz morado (Seeram et al., 2001 y Cevallos & Cisneros, 2003). La delphinidina tiene una característica química similar a la mayoría de las antocianidinas, comúnmente tiene un pigmento azul-rojizo o púrpura en la planta, brinda el tono azul a las flores. La pelargonidina difiere de la mayoría de las antocianidinas y en la naturaleza, aparece como pigmento de color rojo (Katsumoto et al., 2007 y Bakowska, 2005).

#### **2.2.4. Frambuesa (*Rubus idaeus* L.).**

La frambuesa es un arbusto frutal de la familia de las rosáceas perteneciente al género *Rubus* (Figura 5). Comúnmente se caracteriza por ser un fruto de color rojo, que presenta diferente intensidad de acuerdo con la variedad. También es posible encontrar especies y variedades de frambuesa con frutos de color negro, amarillo o púrpura, las mismas que no tienen la misma importancia comercial que las rojas, le añaden diversidad y colorido al cultivo. La frambuesa roja que se cultiva en todo el mundo corresponde a la especie *Rubus idaeus* L., de la cual existen dos subespecies: *R. idaeus sp. vulgatus* Arrhen, el tipo nativo de Europa; y *R. idaeus sp. strigosus* Michx originaria de América del Norte (Bañados, 2002).



**Figura 5. Frambuesa (*Rubus idaeus*)**

La frambuesa se encuentra entre las bayas más populares y son una de las mejores fuentes de polifenoles, incluidos flavonoles y antocianinas. De otra parte, se conoce que algunos estudios han indicado que las frutas orgánicas contienen más compuestos bioactivos que las frutas convencionales tal como lo afirman Ponder & Hallmann, (2019), que en un estudio hallaron que las muestras orgánicas contenían significativamente más materia seca, ácido fenólico y flavonoides, incluyendo mircetina, quercetina, luteolina y quercetina-3-O-rutinósido, indicando además que el tiempo de cosecha fue un factor importante en la calidad de la fruta de frambuesa.

#### ***2.2.4.1. Composición química de la Frambuesa.***

Las cantidades de los componentes varían de acuerdo con la variedad y el grado de madurez del fruto. Las frambuesas están compuestas de 85 a 90% de agua; 5% de carbohidratos (fructosa y glucosa); 1,72% de ácido cítrico, vitaminas A, C, E y K, ácido fólico, calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, manganeso y sodio (1 mg/100 g) (Juan García et al., 2014).

Aporta además 6,5% de fibra soluble como las pectinas: entre 0,1 y 1,0% de la fracción soluble en frambuesas rojas; debido a este contenido proporciona diversos beneficios a la salud, por ser considerado secuestrante de sustancias nocivas como el colesterol, los ácidos biliares, etc., que luego son eliminados en las heces (Juan García et al., 2014).

La frambuesa es muy apreciada por su elevado contenido de polifenoles, compuestos capaces de interrumpir las reacciones causadas por radicales libres, debido fundamentalmente a la presencia de ácido elágico y antocianinas, estas últimas brindan el color característico y una elevada capacidad antioxidante y anticarcinógeno. El ácido elágico evita la propagación y evita el desarrollo de las células carcinogénicas. Además, aporta otros componentes como la pro vitamina A (beta caroteno), ácidos hidroxicinámicos (ácido ferúlico y ácido cumárico). Nuevos estudios indican que la ingesta de alimentos cargados en ácido p-cumárico favorece la supervivencia de microorganismos benéficos en los intestinos (Juan García et al., 2014).

**Tabla 1****Valor nutricional y capacidad antioxidante en 100 g de frambuesas frescas**

Componente	García et al.	FUNIBER	USDA
Energía (kcal)	52,00	39,00	47,00
Agua (g)	85,70	-.-	85,75
Proteína (g)	1,20	0,90	1,20
Carbohidratos (g)	11,90	8,00	11,94
- Fibra dietética (g)	6,50	7,40	6,50
- Azúcares (g)	4,40	-.-	-.-
Grasas totales (g)	0,70	0,60	0,65
- Saturados (g)	0,02	-.-	-.-
- Monoinsaturados (g)	0,06	-.-	-.-
- Poliinsaturados (g)	0,38	-.-	-.-
Vitamina A (mg)	0,03	1,00	0,00
Vitamina C (mg)	26,20	25,00	26,20
Vitamina E (mg)	0,90	0,20	0,87
Vitamina K (µg)	7,80	-.-	7,80
Ácido fólico (µg)	21,00	-.-	-.-
Calcio (mg)	25,00	41,00	25,00
Hierro (mg)	0,70	1,20	0,69
Magnesio (mg)	22,00	-.-	22,00
Fósforo (mg)	29,00	-.-	29,00
Manganeso (mg)	0,70	-.-	
Potasio (mg)	151,00	-.-	151,00
Sodio (mg)	1,00	-.-	1,00
Capacidad antioxidante*	5,07	-.-	-.-
(ORAC: µmol equivalente Trolox/100 g)			

Fuente: Adaptado de García et al., (2014), FUNIBER, (2020) y USDA, (2020)

#### 2.2.4.2. Capacidad antioxidante de la Frambuesa.

Las frambuesas (*Rubus idaeus*) se encuentran entre las frutas que contienen los niveles más altos de antioxidantes. Además de la vitamina C, la actividad antioxidante de las frambuesas está constituida principalmente por dos clases de compuestos: antocianinas y elagitaninos (Beekwilder, Jonker, et al., 2005).

Actualmente, se conocen más de 6000 compuestos que pertenecen al grupo polifenol. Muchos estudios indican que los compuestos biológicamente activos, como los flavonoides (incluidas las antocianinas) y otros compuestos que pertenecen a los ácidos fenólicos, tienen fuertes propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Ponder & Hallmann, 2019).

Hasta hoy se han desarrollado diversos cultivares de frambuesa para la producción de fruta, priorizando un buen rendimiento y resistencia a las plagas entre las cuales no se han encontrado diferencias dramáticas en la capacidad antioxidante (Beekwilder, Hall, et al., 2005). De acuerdo a un estudio publicado por Wang & Lin, (2000), una comparación de frutas maduras de cuatro cultivares de frambuesa roja, usando el ensayo ORAC, dio como resultado valores que varían de 16 a 20  $\mu\text{mol}$  (equivalentes de Trolox) por gramo de fruta.

Beekwilder, Jonker, et al., (2005), también ha publicado una comparación de 14 cultivares europeos establecidos por análisis de HPLC de antocianinas y elagitaninos, en este estudio, para la mayoría de los cultivares, se detectaron nueve picos de antocianinas diferentes; sin embargo, se informaron diferencias significativas dentro de los cultivares con respecto a las cantidades relativas de cada uno de estos componentes individuales. Para algunos cultivares, la antocianina principal fue la cianidina – 3 – (2G -glucosilrutinosido), mientras que para otros cultivares, la cianidina – 3 – sophorosida fue dominante. Estas diferencias probablemente no afectan la capacidad antioxidante total de la fruta, pero sí influyen en la biodisponibilidad de los antioxidantes. Los elagitaninos siempre fueron los antioxidantes dominantes en los 14 cultivares, contribuyendo del 30 al 60% de la capacidad antioxidante total.

Ochoa et al., (2019) evaluó la capacidad antioxidante en tres especies de frutos de frambuesas silvestres (*Rubus adenotrichus*, *Rubus pringlei* y *Rubus glaucus* Beth), obteniendo que los polifenoles totales se encuentran entre 285,06 a 592,61 mg equivalentes de ácido gálico (EAG) /100 g de producto fresco (PF), 93,13 – 36,4 mg EQ/100 g (PF) de flavonoides totales de y 18,43 – 4,32 mg/L de antocianinas. La capacidad antioxidante hallada fue de 65,7 – 25,15  $\mu\text{M}$  Eq. Trolox/g (PF). Este trabajo expuso la importancia de las características fisicoquímicas y nutraceuticas de las especies silvestres para su posible incorporación en programas de mejoramiento genético en plantas y la industria alimentaria y farmacéutica.

### **2.2.4.3. *Frambuesa silvestre (Rubus roseus Poir).***

Es un pariente silvestre de la zarzamora y familia de las rosáceas. Este fruto jugoso, pequeño, rojo se conoce comúnmente como la frambuesa, sin embargo, también es conocida como la frambuesa roja europea y frambuesa (Infoagro, 2018).

#### **✓ *Características físicas.***

La frambuesa silvestre es un arbusto caducifolio, que crece aproximadamente 6 pies de alto y 5 pies de ancho, compuestas de foliolos ovalados parecidos a los de la mora, aunque más pálido y más grande. Sus tallos erectos soportan filas paralelas de espinas, y aunque poseé tallos en posición vertical de forma independiente, la planta se propaga a lo largo de los corredores. Las flores hermafroditas pueden autopolinizarse y polinizar por los insectos, la producción de racimos de fruta usualmente en rojo, pero a veces de color amarillo o blanco.

#### **✓ *Distribución geográfica y hábitat.***

La planta crece en forma silvestre en los setos, matorrales y bosques, prosperando en la tierra marginal en áreas con sol semisombra o total. Las condiciones ideales de suelo para la frambuesa salvaje son ácidos, alcalinos y neutros, la planta prefiriendo bien drenados suelos húmedos, arenosos, limosos y arcillosos. *Rubus idaeus* es nativo de las Islas Británicas y el resto de Europa, así como Turquía, Asia Central, Siberia, el Cáucaso, China y el norte de Japón.

#### **✓ *Usos comestibles.***

El fruto de la planta de frambuesa silvestre se puede comer crudo o cocido. La fruta fresca se disfruta mejor con crema, helado o por su cuenta, a pesar de las frambuesas silvestres son un poco más amargo que sus parientes domésticos. Las bayas se pueden cocinar en pasteles y conservas, y se utilizan para hacer licores o vinagre de sabor. La raíz de la planta también es comestible si bien hervida. Los brotes jóvenes de la planta de frambuesa silvestre tienen una textura similar a los espárragos y se pueden comer crudos o cocidos después de pelar. Las hojas secas de la planta de frambuesa silvestre se utilizan como un té de hierbas.

### ✓ *Uso medicinal.*

La hoja de frambuesa silvestre tiene varios beneficios medicinales, incluyendo su uso como un estimulante, astringente, anti-escrofulosa y anti-hemorrágico. La hoja de frambuesa es una hierba eficaz para la terapia de enfermedades vinculadas a los órganos reproductivos de la mujer, enfermedades del corazón y las enfermedades gastrointestinales. También se pueden realizar gárgaras para tratar el dolor de garganta, inflamación en la boca y gingivitis. La fruta tiene un efecto refrigerante en el cuerpo, reduciendo el calor corporal anormalmente alta y calmar la sed.

### **2.2.5. Yogurt.**

El yogurt es un alimento producto de la fermentación de la leche por actividad de bacterias específicas como el *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* y el *Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus* que goza de bastante aceptación del público. Es un producto con elevadas características nutritivas, agradable y de fácil digestión. Actualmente el consumo de yogurt se ha incrementado por la alta demanda del mercado. Las bacterias lácticas son un grupo de microorganismos benéficos que tienen propiedades semejantes, que producen ácido láctico como producto final del proceso de fermentación (Tamime et al., 1991).

Alcazar, (2002) establece algunos elementos de constitución y calidad del yogur:

- pH:  $\leq 4,6$
- Grasa en leche:  $\geq 2\%$
- Porcentaje mínimo de yogur, en yogur frutado y aromatizado: 70%

#### **2.2.5.1. Bacterias en el yogurt.**

Las bacterias ácido lácticas confieren a las leches fermentadas un ligero sabor ácido, además del sabor y aroma característico. Los *Lactobacillus* son bacterias microaerófilos, catalasa negativos y gram positivos, homofermentativos, que producen ácido láctico y CO<sub>2</sub>

como resultado de la fermentación ácido-láctica, pudiendo producir también etanol y otros productos volátiles. Este grupo está integrado por *Lactobacillus caucasicus*, *Lactobacillus bulgaricus*. Los *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, son bacterias homofermentativas que se desarrollan adecuadamente entre 42 a 45°C, provocando la caída del pH, pudiendo originar hasta 2,7% de ácido láctico, estas bacterias son proteolíticas y producen enzimas (hidrolasas) que hidrolizan las proteínas liberando aminoácidos como la valina, la que favorece el crecimiento del *Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus* (Spreer, 1993).

#### **2.2.5.2. Composición química del yogurt.**

La composición del yogurt inevitablemente depende de la leche empleada como materia prima. Es necesario controlar el contenido de grasas en la leche utilizada, además adicionar o enriquecer la materia prima con leche descremada o leche en polvo descremada con el fin de incrementar el contenido de proteínas, lactosa, vitaminas y minerales para la elaboración del producto, estas características condicionarán la composición del producto final (Condony et al., 1988).

Las características iniciales de la leche son modificadas por el proceso de fermentación. A lo largo del proceso, las bacterias lácticas hidrolizan una porción de lactosa, absorbiendo la glucosa formada en el proceso y originando ácido láctico como producto (Condony et al., 1988).

##### **a) Contenido en lactosa**

Normalmente el yogurt tradicional o natural posee la misma proporción de lactosa que la materia prima. A lo largo de la vida útil del yogurt, la cantidad de lactosa varía imperceptiblemente y 20 días después de la producción la cantidad de lactosa está en torno del 3,5% (Condony et al., 1988).

##### **b) Fracción proteica**

El proceso de degradación produce hidrólisis parcial de las proteínas, distinguiéndose dos etapas: 1ra etapa, el *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* degrada la proteína de la

materia prima, fundamentalmente la 6 – caseína, y en la 2da etapa, el *Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus* conjuntamente con el *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* emplean los péptidos producidos en la hidrólisis para su desarrollo, gracias a dipeptidasas y aminopeptidasas que tienen (Condony et al., 1988).

Los componentes nitrogenados no proteicos (aminoácidos libres y péptidos) se incrementan mientras los componentes nitrogenados proteicos disminuyen, observándose un elevado incremento de la prolina libre y un porcentaje menor de serina, alanina, valina e histidina. La proteólisis junto al proceso de acidificación, poseen mucha importancia en la coagulación de la caseína realizadas como finas partículas y así son fácil y rápidamente digeridas. Por esto la biodisponibilidad de los prótidos del yogurt es mayor al de la leche de partida (Condony et al., 1988).

#### ***c) Fracción lipídica***

Los microorganismos lácticos que actúan sobre la fracción lipídica (lipólisis) producen un leve aumento en la cantidad de ácidos grasos libres, sin embargo el perfil de ácidos grasos del yogurt es semejante al perfil de ácidos grasos de la materia prima (Condony et al., 1988).

#### ***d) Vitaminas y minerales***

El contenido de vitaminas es la que mayor modificación sufre pues el *Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus* y el *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, benefician la producción de vitaminas del complejo B, al mismo tiempo que emplean otras para su desarrollo. La acción de las bacterias lácticas merma el contenido total de vitaminas, menos la del ácido fólico, pero se debe resaltar que el contenido de vitaminas final se ve afectado por el tipo de tratamiento térmico al que fue sometido la leche y, por ello, la cantidad de vitaminas del yogurt no es tan diferente al contenido de vitaminas de la leche (Condony et al., 1988).

La cantidad de minerales en el yogurt son similares a los de la leche. No obstante, y como consecuencia de la acidez del entorno, se hallan elementos como el hierro, el cobre y el

cinc, que podrían originar sales que en este estado son en parte solubles. Asimismo, los iones calcio, fosfato y magnesio, son solubles debido a que forman parte de sales con los péptidos, aminoácidos o ácidos orgánicos del propio yogurt, facilitando la asimilación de los minerales por parte del organismo humano (Condony et al., 1988).

A modo de resumen en la Tabla 2 se puede apreciar la composición de la leche de base, así como del producto final una vez elaborado el yogurt.

**Tabla 2**  
**Composición nutricional del yogurt natural**

Componentes	Composición del yogurt					
	Leche <sup>a</sup>	Natural <sup>a</sup>	Tradicional <sup>b</sup>	Desnatado <sup>b</sup>	Natural <sup>c</sup>	Bebible <sup>c</sup>
Agua (g)	87,50	87,00	85,0	89,0	87,9	80,9
Energía (kcal)	69,00	71,00	95,0	32,0	61,0	78,0
Carbohidratos (g)	4,75	4,90	13,0	4,2	4,7	14,5
Lípidos (g)	3,78	3,75	3,1	0,1	3,3	1,2
Proteínas (g)	3,33	3,88	2,9	3,5	3,5	2,7
Calcio (mg)	106,00	157,00	100,0	125,0	121,0	127,0
Fosforo (mg)	94,00	--	90,0	95,0	95,0	--
Vitamina A (µg)	28,00	42,00	20,0	10,0	30,0	43,0
Vitamina D (mg)	--	0,08	--	--	--	--
Vitamina E (µg)	--	0,08	--	--	--	--

Fuente: <sup>a</sup> Condony et al., (1988), <sup>b</sup> Murad, (2010), <sup>c</sup> Reyes et al., (2017)

### 2.2.5.3. Clasificación del yogurt.

Huayta, (2015), ha reportado que de acuerdo con la NPT 202.092 2008 – INDECOPI, el yogurt se clasifica en:

- **Yogurt batido:** Es el producto cuya fermentación se ha realizado en depósitos de incubación, lugar donde se produce la coagulación de la leche para luego ser batido.
- **Yogurt bebible:** Es el yogurt batido que recibe un mayor tratamiento mecánico.
- **Yogurt aflanado:** Es el yogurt que se fermenta y coagula dentro de un envase individual, lista para su comercialización.
- **Yogurt tradicional o natural:** Es el yogurt al que no se le ha adicionado colorantes, saborizantes y/o azúcar, sólo se permite adicionar estabilizantes y conservantes.

- **Yogurt Aromatizado:** Es el yogurt que ha sufrido modificación en su composición incorporando un 30% (m/m) como máximo de insumos no lácteos (frutas, hortalizas, jugos, carbohidratos, compotas, pastas y preservantes originados propiamente, cereales, chocolate, miel, especias, frutos secos, café, aromatizantes y saborizantes naturales e inocuos provenientes de alimentos; estos insumos se pueden adicionar antes o después de la fermentación.

#### **2.2.5.4. Características sensoriales del yogurt.**

Hernández, (2016), hace mención que las características sensoriales del yogurt son las siguientes:

- **Sabor:** El yogurt siempre tiene el sabor que se le brinda para cada tipo de presentación, pero debe conservar el sabor a leche, además de estar exento de una excesiva acidez por sobre fermentación, sabor amargo o cualquier sabor extraño.
- **Olor:** El yogurt presenta olor sui géneris, además del olor característico de cada presentación y libre de olores extraños.
- **Color:** El yogurt natural debe presentar color blanco o crema tenue; para los diversos sabores deberá tener color que identifica a cada uno de ellos.
- **Aspecto:** El yogurt debe tener una textura uniforme, sin la presencia de grumos y/o burbujas y estará exento de sinéresis. El yogurt frutado debe tener las mismas características y los trozos de fruta deberán estar distribuidos uniformemente.

#### **2.2.5.5. Características fisicoquímicas del yogurt**

Para referirnos a las características fisicoquímicas del yogurt debemos también debemos hablar de los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir la leche (Tabla 3).

- **pH:** El potencial de hidrógeno (pH) mide el grado de acidez de la materia en una escala de 0 a 14 donde 7 es el valor neutro, para diversos productos como el agua, los valores mayores

a 7 son productos alcalinos y los menores a 7 se consideran ácidos, por ejemplo el yogurt (Alais, 1998).

- a) Los ácidos alta (pH < 3,7)
- b) Los ácidos (pH < 4,6)
- c) Los de acidez baja (pH > 5,3)

El pH del yogurt es una de las características primordiales, debido a que la caída del pH favorece al desarrollo del aroma y color característicos (Alais, 1998).

**Tabla 3**  
*Características fisicoquímicas del yogurt*

Característica	Unidad	Elaborado a base de leche entera	Elaborado a base de leche parcialmente descremada	Elaborado a base de leche descremada
Materia grasa láctea	%	Mínimo 3,0	0,6 – 2,9	Máximo 0,5
Sólidos no grasos	%	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2
Acidez valorable expresada como % de ácido láctico	%	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6 Máximo 1,5
Proteína láctea (N×6,38)	%	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7

Fuente: Reglamento de la leche y productos lácteos, (2017)

- **Humedad:** La cantidad de agua del yogurt es de aproximadamente 87,8%, este valor está relacionado al tipo de leche y a la concentración de sólidos solubles (Alais, 1998).
- **Grasa:** El contenido de lípidos del yogurt se encuentra entre 0 y 10 %. Normalmente el contenido graso del yogurt se encuentra entre 0,5 – 3,5% (Mahaut, 2003).
- **Acidez:** La acidez del yogurt se expresa como porcentaje de ácido láctico, el mismo que varía entre 0,8 – 1,8 % de ácido láctico (Bylund, 2003).

La cantidad de ácido láctico en el yogurt es considerablemente significativo en la elaboración de yogurt de buena calidad con gusto, olor y textura propio, que presente una mínima cantidad de sinéresis como consecuencia del periodo de almacenamiento, debido a la formación de ácido láctico, el pH disminuye y la caseína se desequilibra y forma el gel o textura característica del yogurt (Bylund, 2003).

### 2.2.5.6. Características microbiológicas de identidad del yogurt

La presencia de bacterias lácticas presentes y viables en el yogurt se observan en la Tabla 4. Para el caso del yogurt probiótico simultáneamente debe contener dos tipos de bacterias probióticas como los lactobacilos y las bifidobacterias, los que deben estar mencionados de manera específica en la etiqueta del producto (Reglamento de la leche y productos lácteos, 2017).

**Tabla 4**  
**Características microbiológicas del yogurt**

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

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

Fuente: Reglamento de la leche y productos lácteos, (2017)

### 2.2.5.7. Especificaciones sanitarias del yogurt

En el Perú el yogurt debe cumplir con las especificaciones de calidad higiénico sanitarias y de inocuidad que establece el Ministerio de Salud, según lo siguiente:

- **Microbiológicas:** Las mismas que están resumidas en la Tabla 5.
- **Contaminantes:** Los productos lácteos como el yogurt deberán acatar la reglamentación establecida para los límites de residuo de plaguicidas, medicinas veterinarias, sustancias contaminantes microbiológicas, metales pesados u otras sustancias contaminantes, que se establecen en la legislación sanitaria actual o, en las normas de inocuidad internacional y las del Codex Alimentario; y cuando no se encuentran contempladas en estas normas con lo regulado por la normatividad federal de los Estados Unidos de América o las normas establecidas por la normativa de la Unión Europea.

**Tabla 5**  
**Características microbiológicas del yogurt**

Agente microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Límite	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	UFC/g	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Levaduras	UFC/g	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>

Fuente: Reglamento de la leche y productos lácteos, (2017)

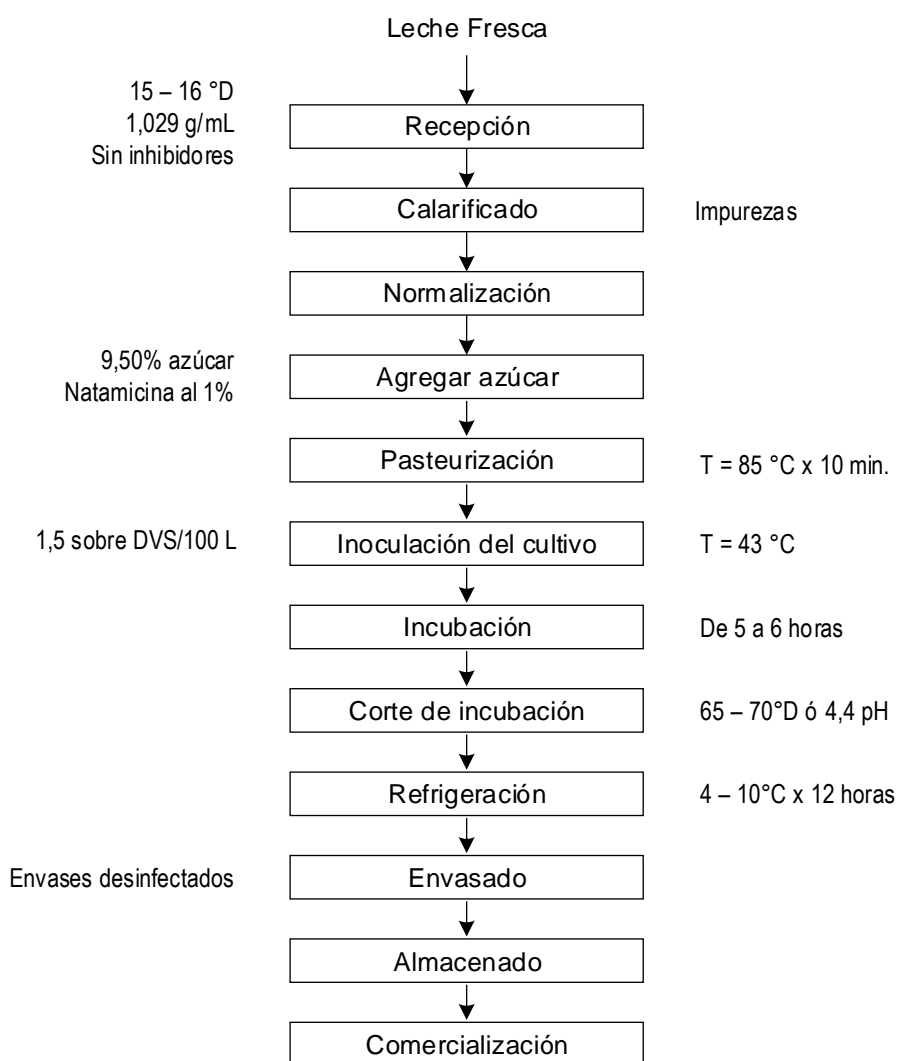
#### 2.2.5.8. *Proceso de elaboración del yogurt.*

Para la elaboración del yogurt generalmente se emplea leche de vaca, de preferencia descremada la misma que deben ser enriquecida en materia seca mediante la adición de leche en polvo (aproximadamente 2%), la que es sometida a un proceso de pasteurización a 82°C por un espacio de 10 minutos. La fermentación se efectúa adicionando las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* o *Lactobacillus helveticus* y *Streptococcus thermophilus*, esta mezcla se incuba a 45°C por 5 a 8 horas, luego del cual la leche se cuaja; los recipientes deben enfriarse inmediatamente. De acuerdo con la temperatura de incubación podría lograrse la hegemonía de una u otra especie, de este modo es viable obtener un alimento más o menos ácido (0,85 – 0,90%) y con mayor o menor aroma, o incluso que el yogurt alcance un pH de 4,5. El tiempo de incubación también ejerce influencia; los estreptococos se reproducen con mayor rapidez a temperaturas inferiores a los 10°C, para interrumpir un exceso de acidez. Esto estimula la alteración de las proteínas coaguladas, que origina la separación del suero o sinéresis. El yogurt puede almacenarse hasta por una semana a 17°C de temperatura (Alais, 1998).

La elaboración del yogurt (Figura 6) se inicia con el filtrado de la leche, pese a que la leche ha venido colada después del ordeño, luego se procede a realizar el control de la calidad fisicoquímica de la leche (densidad y acidez) (Huayta, 2015).

- **Normalización:** Es necesario regular el contenido de grasa de acuerdo con el tipo de yogurt que se elabora: entero, semidescremado o descremado. Para elaborar el yogurt los sólidos

totales de la leche deben ser de 14 a 15%, esto se logra evaporando la leche o por adición de leche en polvo de 1 a 5% (Huayta, 2015).



Fuente: Huayta, (2015)

**Figura 6. Flujo de elaboración del yogurt artesanal**

- **Pasteurización:** Se realiza a 85°C por 10 minutos con la finalidad de eliminar los gérmenes patógenos y disminuir la carga microbiana de la leche. Si esta operación se realiza bajo los parámetros óptimos, favorece coagulación de la leche y disminuye la separación del suero (Huayta, 2015).
- **Enfriamiento:** Luego de la pasteurización, la leche se enfría a 43°C, temperatura adecuada para la adición del cultivo láctico y el desarrollo de las bacterias ácido lácticas (Huayta, 2015).

- **Inoculación del cultivo de yogurt:** Esta operación consiste en adicionar el cultivo láctico (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) o un cultivo probiótico (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* más *Bifidobacterium* u otras cepas de *Lactobacillus*) a la leche a una temperatura de 43°C (Huayta, 2015).
- **Incubación:** Esta etapa se realiza a 43°C de temperatura por 5 a 6 horas, hasta que la leche alcance un pH  $\leq 4,6$ ; también se puede considerar como indicador en momento en el que se detiene el proceso de fermentación y la leche ha coagulado y tomado textura aflanada (Huayta, 2015).
- **Enfriamiento:** Culminada la incubación, el yogurt necesita enfriarse inmediatamente a fin de evitar que se siga elevando la acidez, el enfriamiento debe llegar a una temperatura de más o menos 4°C. Usualmente se deja en refrigeración por toda la noche (Huayta, 2015).
- **Batido:** Esta operación consiste en un procedimiento mecánico ligero para romper el coagulo y obtener una consistencia homogénea libre de grumos (Huayta, 2015).
- **Envasado y almacenamiento:** Esta operación se realizará manteniendo las condiciones higiénico sanitarias que aseguren la inocuidad del producto, luego se debe almacenar en refrigeración entre 4 y 5°C, lo que asegura una duración de 3 a 4 semanas (Huayta, 2015).

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Capacidad antioxidante.

La capacidad antioxidante de un alimento es la propiedad que tiene este para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal modo que un antioxidante procede, especialmente, gracias a la capacidad para inhibir los radicales libres y, como consecuencia, toma el nombre de antioxidante terminador de cadena (Londoño, 2012).

### 2.3.2. Compuestos fenólicos.

Los compuestos fenólicos engloban a todas las sustancias que tienen varias funciones fenol, nombre común del hidroxibenceno, enlazadas a estructuras aromáticas o alifáticas. Constituyen el grupo de los principales metabolitos secundarios de las plantas y se encuentran también en el reino animal debido al consumo de las mismas. Los fenoles se sintetizan de novo por las plantas y se regulan genéticamente a nivel cuantitativo y cualitativo, sin embargo, a este nivel también se tiene la influencia de factores ambientales. Los compuestos fenólicos actúan como fitoalexinas (plantas heridas secretan fenoles para defenderse de ataques fúngicos o bacterianos) y ayudan en la coloración de las plantas (las antocianinas son responsables de la coloración roja, naranja, azul, púrpura o violeta que se encuentran en las pieles de frutas y hortalizas). De otra parte, cuando se produce la oxidación de los fenoles se producen las quinonas que proporcionan un color pardo, muchas veces indeseable (Gimeno, 2004).

### 2.3.3. Yogur (yogurt).

Leche coagulada y fermentada principalmente por las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, estas bacterias son simbióticas, cada una produce compuestos que benefician el desarrollo de la otra; ambas precipitan y gelifican las proteínas de la leche; el *Lactobacillus bulgaricus* crece lentamente, desarrolla el aroma y produce el ácido D-láctico, pero el *Streptococcus thermophilus* posee mayor potencia metabolizante de la lactosa a L-lactato. El yogur batido es producido en tanques de incubación de gran volumen; el yogur afluado se fermenta en los mismos envases en los que se vende. El yogur bebible es un líquido de baja densidad que se elabora mezclando el yogur con jugo de fruta y azúcar. Los denominados yogures bio o probióticos poseen además del *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, las mismas que favorecen el desarrollo de bacterias benéficas en el intestino (Bender, 2006).

## **2.4. Variables**

### **2.4.1. Variable independiente.**

- Porcentaje de adición de antocianinas (0, 2, 4 y 6%)

### **2.4.2. Variables dependientes.**

- Capacidad antioxidante
- Contenido de compuestos fenólicos totales

### **2.4.3. Variable interviniente.**

- Evaluación sensorial

## **2.1. Operacionalización de variables**

Se ha establecido la operacionalización de variables en la Tabla 6.

## **2.2. Hipótesis de investigación**

### **2.2.1. Hipótesis general.**

El yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre (*Rubus roseus* Poir) posee elevada capacidad antioxidante y compuestos fenólicos, que le otorgan características únicas al producto que mejora sus cualidades.

### **2.2.2. Hipótesis específicas.**

- La capacidad antioxidante del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre es significativa.
- El contenido de compuestos fenólicos totales del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre es significativo.
- Es significativo la aceptabilidad sensorial del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre.

**Tabla 6**  
**Operacionalización de variables**

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	DIMENSIONES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTES	PORCENTAJE DE ADICIÓN DE ANTOCIANINAS	Es la relación entre dos cantidades, de forma que el tanto por ciento de una cantidad, donde tanto es un número, se refiere a la parte proporcional a ese número de unidades de cada cien de esa cantidad.	Porcentaje de adición de antocianinas de frambuesa silvestre ( <i>Rubus roseus</i> Poir) al yogur empleada como inhibidora de radicales libres y colorante.	0% 2% 4% 6%	Porcentaje (v/v)	%	Cuaderno de datos
	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	Es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa.	Es la capacidad que tiene una sustancia antioxidante de inhibir y controlar la oxidación de sustratos y será medida por el método DPPH.	$\mu\text{M ET/g}$ de muestra	capacidad antioxidante	$\mu\text{M ET/g}$	Cuaderno de datos
	CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES	Determina la cantidad de compuestos fenólicos, estos son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.	Es la cantidad de biomoléculas con capacidad antioxidante conocidas como polifenoles, será medida por método Folín ciocalteu.	$\text{mg AG/g}$ de muestra	compuestos fenólicos totales	$\text{mg AG/g}$	Cuaderno de datos
DEPENDIENTES	EVALUACIÓN SENSORIAL	Es la condición organoléptica de los panelistas de un determinado producto	Características organolépticas del yogur con adición de antocianinas de frambuesa silvestre	1-muy malo 2 - malo 3 - regular 4 - bueno 5 - muy bueno	Evaluación sensorial	Color Olor Sabor Aceptación	Ficha de evaluación sensorial

Fuente: elaboración propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El trabajo se desarrolló en los siguientes talleres y laboratorios:

- Los talleres y laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro del Perú sede Junín, ubicada en la Av. Ramón Castilla N° 1520 lado norte, distrito, provincia y región Junín.
- El laboratorio de control de calidad de alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú, ubicada en la Av. Mariscal Castilla N° 3909, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, región Junín.

#### **3.2. Materia prima**

La materia prima utilizada fue leche de bovino adquirida de la Cooperativa Agraria de Producción “San Francisco de Chicchausiri” ubicada en el Santuario Histórico de Chacamarca en provincia de Junín,

##### **3.2.1. Insumo**



El insumo principal es la frambuesa silvestre que fue recolectada en el distrito de Ulcumayo en la provincia de Junín, cuyas características se observan en la Tabla 7.

#### **3.3. Materiales, equipos y reactivos**

##### **3.3.1. Materiales**

- Cocina industrial
- Olla
- Lactodensímetro
- Acidímetro

**Tabla 7**  
**Características de la frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) de Ulcumayo**

Característica	Descripción
Frambuesa	  
Nombre científico	<b><i>Rubus roseus Poir</i></b>
Familia	Rosáceas
Zona de producción	Caserío de Matamayo, ubicado a 10°58'10,35" de latitud sur y 75°51'13,59" de longitud oeste y una altitud de 3480 msnm, distrito de Ulcumayo en la provincia de Junín
Características físicas de la planta	La planta es un arbusto entre los 0,60 y 1,00 m con hojas de forma ovalada de bordes aserrados. Las flores son de color blanco, poseen disposición axilar y generalmente están compuestas de 5 pétalos. Las ramas son semi leñosas, muy ramificadas y tendientes a caer, provistas de muchas espinas caulinares.
Características físicas del fruto	Son poli drupas cónicas, que varían entre los 14 y 22 mm de diámetro, con piel vellosa de color rojo, rojo oscuro o amarillento, las que se encuentran sobre un receptáculo cónico.
Estacionalidad	Marzo, abril, mayo y junio

**Fuente: elaboración propia en bases a datos tomados en campo**

- Refractómetro
- Lactodensímetro
- Acidímetro
- Refractómetro
- Pipetas volumétricas
- Micropipetas (100, 1000 µL)

- Probetas (20, 50, 100, 250 y 500 mL)
- Termómetro
- Vaso precipitado (50, 250, 500, 1000) mL
- Celdas para espectrofotómetro

### **3.3.2. Equipos**

- Balanza digital analítica EUROTTECH modelo JF-2204
- pH-metro digital MILWAUKEE modelo MI150
- Incubadora LABTECBIO modelo 35L
- Refrigeradora Electrolux modelo ERT45G2HQB Frost 2P
- Equipo de Soxhlet
- Centrífuga TOPSCIEN modelo TC Spinplus
- Espectrofotómetro UNICO modelo UV-VIS 2150

### **3.3.3. Reactivos**

- Reactivo DPPH
- Reactivo Folin - Ciocalteu
- Agua destilada
- Etanol
- Metanol
- Fenolftaleína al 1%
- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Etanol
- Carbonato sódico
- Fluoruro de sodio
- Ácido gálico

### **3.4. Tipo de investigación**

El tipo de investigación empleado en el desarrollo del trabajo fue la aplicada, pues en el trabajo se realiza la aplicación de conocimientos previamente adquiridos para adquirir otros, luego de efectuar y sistematizar la ejecución como parte de la investigación. El empleo de los conocimientos y resultados da como consecuencia una forma estricta, ordenada y minuciosa de conocer la realidad (Vargas, 2009).

### **3.5. Nivel de investigación**

El nivel de investigación empleado fue el experimental – correlacional, en la cual se determinó el efecto de la adición de antocianinas de frambuesa silvestre en la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y aceptación sensorial del yogurt natural (Sánchez & Reyes, 2015).

### **3.6. Método de investigación**

El método de investigación empleado fue el científico experimental, pues se manipuló la variable independiente adición de antocianinas, con el objetivo de verificar el efecto sobre la capacidad antioxidante, cantidad de polifenoles totales y aceptación sensorial (Yarlequé & Vila, 2005 y Córdova, 2014). Para este caso se emplearon los siguientes métodos:

#### **3.6.1. Análisis fisicoquímico de la leche.**

- La densidad se determinó por el método 925.22 de la AOAC, (1990).
- El pH se determinó por el método 942.15 de la AOAC, (1996).
- La acidez titulable se determinó por método 939.05 de la (AOAC, 2000).

#### **3.6.2. Análisis fisicoquímico del yogurt.**

- El pH se determinó por el método 942.15 de la AOAC, (1996).
- La acidez titulable se determinó por método 939.05 de la AOAC, (2000).

- La viscosidad se determinó por el método del viscosímetro recomendado por AOAC (2000).

### **3.6.3. Análisis proximal del yogurt.**

- Se determinó la humedad de acuerdo con la NTP N° 205.002:1979.
- Se determinó el contenido de grasa de acuerdo con la NTP N° 205.006:1980.
- Se determinó el contenido de proteínas por el método recomendado por la AOAC 1990.
- Se determinó el contenido de cenizas de acuerdo con la NTP N° 205.004:1979.
- Se determinó el contenido de fibra de acuerdo con la NTP N° 205.003:1980.

### **3.6.4. Análisis sensorial.**

El análisis sensorial fue realizado de acuerdo con las recomendaciones de Anzaldúa (1994), empleando para ello pruebas de aceptabilidad. Las cuatro muestras fueron evaluadas para los atributos de color, olor, sabor y textura por un grupo de 30 panelistas semi entrenados de ambos sexos, estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro del Perú, para lo cual se empleó una ficha de evaluación sensorial con una escala hedónica de 5 puntos (Anzaldúa et al., 1994).

La escala de evaluación fue la siguiente:

<b>Característica</b>	<b>Escala</b>
Me satisface mucho	5
Me satisface	4
Me satisface ligeramente	3
Me insatisface ligeramente	2
Me insatisface mucho	1

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.6.5. Extracción de antocianinas de la frambuesa.**

El método de extracción de antocianina de frambuesa silvestre fue el mismo método utilizado por Marín & Mejía, (2012), que consta de lo siguiente:

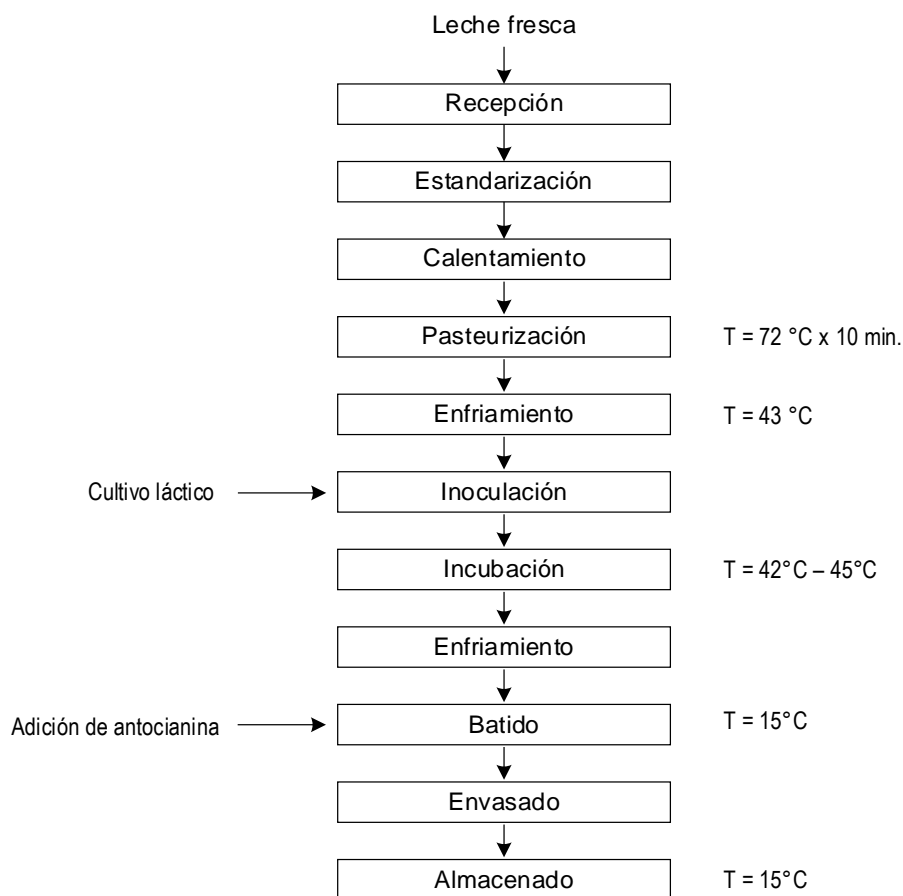


que se completó la extracción de los analitos de la muestra y se concentró en el disolvente” (Marín & Mejía, 2012).

### 3.6.6. Elaboración de yogurt con adición de antocianinas de frambuesa.

Para la elaboración del yogurt simbiótico se siguió el método descrito por SENATI, (1999) y Ban et al., (2020) con algunas modificaciones (Figura 8), las que se describen a continuación:

- ✓ **Recepción:** En esta etapa se realizó la medición de la leche y la determinación de las características de calidad de la leche, midiendo especialmente la acidez, la densidad y el contenido de sólidos totales.
- ✓ **Estandarización:** Consiste fundamentalmente en adicionar leche descremada en polvo (aproximadamente 1%) con el fin de elevar la cantidad de sólidos totales a 12,5% con la finalidad de lograr un producto de propiedades propias y definidas.



**Figura 8. Diagrama de flujo de elaboración de yogurt con adición de antocianina**

- ✓ **Calentamiento:** Se calienta la leche a una temperatura de 60 °C con el fin de diluir la leche descremada en polvo y el azúcar.
- ✓ **Pasteurización:** La mezcla se mantuvo a 72°C durante 10 minutos y luego se enfrió rápidamente en una tina con agua con hielo.
- ✓ **Enfriamiento:** Una vez sumergido el recipiente de la leche en la tina con agua y hielo se controló hasta que la leche llegue a los 43°C para poder realizar la siguiente etapa.
- ✓ **Inoculado:** Cuando la mezcla se enfrió a 43°C, se inoculó con el cultivo láctico.
- ✓ **Incubación:** Después de agitar, la mezcla se fermentó a 43 °C durante 6 h.
- ✓ **Enfriamiento:** Se disminuyó la temperatura desde 43°C hasta los 11°C a fin de realizar el batido.
- ✓ **Batido:** Esta operación se realizó con el fin de romper el coagulo y homogeneizar la textura del yogurt; una vez lograda la textura adecuada se procedió a adicionar la antocianina de frambuesa.
- ✓ **Envasado:** Para que el yogurt sea almacenado, se realizó el envasado en recipientes apropiados y cuidando las medidas higiénico sanitarias adecuadas.
- ✓ **Almacenado:** Luego, el yogurt se almacenó a 4 °C para su uso posterior (pH 4,5).

### 3.6.7. Determinación de la capacidad antioxidante.

Para determinar la capacidad antioxidante se empleó el método descrito por Brand-Williams et al., (1995), método 2,2 – diphenil – 1 – picrilhidrazil (DPPH) con ciertas modificaciones. La solución patrón se preparó mezclando 24 mg del reactivo DPPH disuelto en 100 mL de metanol y luego se almacenó en refrigeración a 5°C hasta cuando necesite utilizarlo. El método consiste en determinar la capacidad antioxidante por la disminución de la absorbancia a 515 nm de una disolución del radical 2,2 – diphenil – 1 – picrilhidrazil (DPPH) en metanol, frente a una muestra diluida de yogurt con adición de antocianinas de frambuesa, empleando un patrón del radical DPPH como blanco. La decoloración es proporcional al grado

de captura del radical DPPH y brinda una medida de la capacidad antioxidante de los extractos.

Se define Q como:

$$Q = \left(1 - \frac{A_{muestra}}{A_{control}}\right)$$

Donde:

$A_{muestra}$  = absorbancia de la muestra

$A_{control}$  = absorbancia del reactivo DPPH

Para preparar la muestra y seguir el método de Brand-Williams et al., (1995) se mezclaron 5 mL de yogurt y 1 mL de agua, se agitó bien y se llevó a centrifugación a 3000 rpm por 10 minutos para luego filtrar la muestra. Se colocaron 0,2 mL de cada disolución de las muestras de yogurt en tubos de ensayo de 10 mL protegidos de la luz, luego se adicionaron 2 mL del patrón de DPPH, se agitó y luego se dejó reposar por 30 minutos para finalmente realizar la lectura de absorbancia a 515 nm (Cruzado et al., 2013).

### **3.6.8. Determinación de contenido de compuestos fenólicos totales.**

Para determinar el contenido de compuestos fenólicos se empleó el método de Folin – Ciocalteu, de acuerdo con el procedimiento de Slinkard & Singleton (1977) modificado por Kraujalyte et al. (2015) y descrito por Cés, (2016). Se mezclaron 100 µL de muestra con 1 mL de reactivo de Folin – Ciocalteu disuelto diez veces. Las muestras procedentes de la extracción del yogurt con antocináninas de frambuesa silvestre se diluyeron hasta obtener un volumen de 100 µL de muestra. Después de cuatro minutos, se añade a cada tubo 1 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7% y 400 µL de agua destilada y los tubos son incubados por un tiempo de 1,5 horas en condiciones de oscuridad; periodo después del cual se realiza la lectura de la absorbancia a 760 nm. Para la curva de calibración se utilizó diluciones de ácido gálico (de 0 hasta 0,2mg/mL). El contenido de polifenoles se expresa en “mg de equivalentes de ácido gálico por mL de extracto (mg GAE/mL) y por mg de peso fresco de muestra (mg GAE/ g PF)”.

### 3.7. Diseño de investigación

#### 3.7.1. Diseño experimental

El presente trabajo de investigación utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con un factor de variación: el porcentaje de adición de antocianinas de frambuesa considerando 4 niveles de adición (0, 2, 4 y 6%) con 3 repeticiones teniendo un total de 12 unidades experimentales; el cuál fue desarrollado de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_i = u + t_i + e_{ij}$$

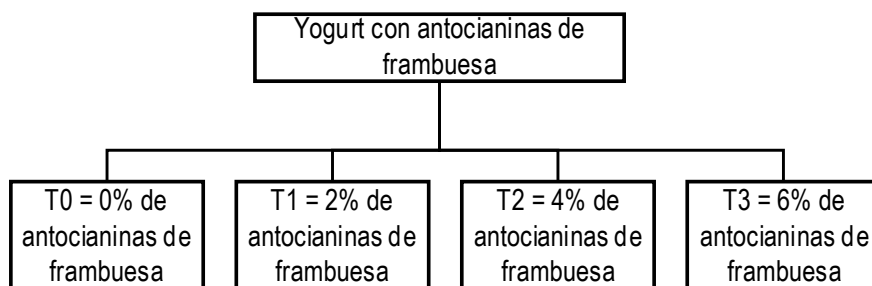
Donde:

$Y_i$  = Observación del experimento

$u$  = Media poblacional

$t_i$  = tratamientos de 1 a 3

$e_{ij}$  = Error experimental



**Figura 9. Esquema del diseño experimental de la investigación**

En el análisis estadístico se empleó la prueba de comparación de Friedman y para las diferencias significativas se realizó las pruebas de comparación múltiple de Tukey. A fin de evaluar adecuadamente el porcentaje de sustitución óptima, considerado en la formulación.

En la Tabla 8 se presenta el esquema del diseño experimental para la evaluación sensorial del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Tratamiento 0: 0% de adición de antocianinas de frambuesa.
- Tratamiento 1: 2% de adición de antocianinas de frambuesa.

- Tratamiento 2: 4% de adición de antocianinas de frambuesa.
- Tratamiento 3: 6% de adición de antocianinas de frambuesa.
- $R_1, R_2$  y  $R_n$ : Puntajes de acuerdo a la escala hedónica propuesto en la investigación.
- $P_n$ : Panelista (30 panelistas).

**Tabla 8**  
*Esquematización del diseño experimental de la evaluación sensorial a los diferentes porcentajes de adición de antocianinas de frambuesa.*

Porcentaje de adición	T0	T1	T2	T3
$P_1$	$R_1$	$R_1$	$R_1$	$R_1$
$P_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$	$R_2$
$P_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$	$R_3$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$P_n$	$R_n$	$R_n$	$R_n$	$R_n$

Fuente: elaboración propia

### 3.8. Población y muestra

#### 3.8.1. Población.

- Frambuesas silvestres que crecen en el distrito de Ulcumayo, provincia y región Junín.
- Producción de leche de la CAP Chicchausiri, distrito, provincia y región Junín.

#### 3.8.2. Muestra.

- Lo conformaran 5 kilogramos de frambuesas silvestres recolectadas del distrito de Ulcumayo, provincia y región Junín.
- Conformada por 10 litros de leche adquiridos de la CAP Chicchausiri, distrito, provincia y región Junín.

### 3.9. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de información o datos

#### 3.9.1. Técnicas e instrumentos.

La recolección de información se realizó empleando las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación directa: Fichas de observación para el control de materia prima y cantidades
- Revisión bibliográfica: Libros e internet para el conocimiento de obtención de antocianinas, proceso de la elaboración de yogur y determinación de capacidad antioxidante y polifenoles.

### **3.9.2. Procedimientos de recolección de datos.**

Se procedió en tres etapas:

- **Primera etapa:** recolección de frambuesas y obtención de las antocianinas.
- **Segunda etapa:** Elaboración del yogurt funcional con adición de antocianinas de frambuesa (0, 2, 4 y 6%).
- **Tercera etapa:** Selección de la adición óptima según la evaluación sensorial, la determinación de la capacidad antioxidante y polifenoles, al mejor tratamiento de evaluación sensorial se determinó la composición químico proximal y características fisicoquímicas.

### **3.9.3. Técnicas de procesamiento de información o datos**

Los datos obtenidos fueron procesados a través de la estadística descriptiva e inferencial, para lo cual se emplearon los siguientes programas: Microsoft Excel 2019, SPSS v.25, Minitab v.19 e Infostat v.18 con el fin de probar las hipótesis planteadas. Para determinar si los datos correspondientes a capacidad antioxidante y polifenoles totales tienen distribución normal se realizó la prueba de Shapiro Wilk, luego el ANOVA y al hallar diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Para la evaluación sensorial se aplicó la prueba de Friedman con un nivel de significancia de 0,05 para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. Capacidad antioxidante del yogurt con antocianina de frambuesa silvestre

Una vez preparadas las muestras respectivas de yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre se dio inicio a la medición de la actividad antioxidante, esta prueba se desarrolló para el periodo de vida del yogurt, es decir a lo largo de 12 días, en la Tabla 9 se muestra los resultados para la captación de radicales libres.

**Tabla 9**  
*Porcentaje de captación de radicales libres del yogurt*

Día	Captación de radicales libres del yogurt (%)			
	T0	T1	T2	T3
0	14,01 ± 7,41	69,13 ± 5,11	73,48 ± 1,46	76,52 ± 1,57
3	20,17 ± 7,40	72,63 ± 5,69	76,59 ± 6,93	77,14 ± 7,20
6	25,16 ± 3,81	80,45 ± 7,57	83,69 ± 6,06	85,86 ± 6,10
9	25,55 ± 9,69	80,94 ± 4,56	85,47 ± 4,82	88,29 ± 5,75
12	29,34 ± 11,41	82,36 ± 1,36	86,64 ± 3,97	89,43 ± 2,28

Fuente: Elaboración propia

La capacidad antioxidante del yogurt con antocianinas de frambuesa fue medida cada tres días por 12 días para los 4 tratamientos (T0 = 0%, T1 = 2%, T2 = 4% y T3 = 6% de adición de antocianinas), obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 10).

**Tabla 10**  
*Capacidad antioxidante del yogurt*

Día	Capacidad antioxidante (μmol ET / mL)			
	T0	T1	T2	T3
0	1,22 ± 0,14	4,40 ± 0,33	9,37 ± 0,19	14,66 ± 0,31
3	1,34 ± 0,15	4,63 ± 0,38	9,78 ± 0,92	14,78 ± 1,43
6	1,44 ± 0,08	5,15 ± 0,50	10,72 ± 0,80	16,51 ± 1,21
9	1,45 ± 0,19	5,18 ± 0,30	10,96 ± 0,64	16,99 ± 1,14
12	1,52 ± 0,23	5,27 ± 0,09	11,11 ± 0,53	17,22 ± 0,45

Fuente: Elaboración propia

Para determinar si los datos obtenidos pertenecen a una distribución normal, se realizó la prueba de Shapiro – Wilk con una significancia de 0,05; obteniéndose en todos los casos un p-valor mayor a 0,05 (Tabla 11) concluyéndose que los datos de la capacidad antioxidante de los tratamientos tienen distribución normal.

**Tabla 11**  
*Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para la capacidad antioxidante*

Tratamientos	Estadístico	gl	Sig.
T0	0,940	5	0,664
T1	0,846	5	0,183
T2	0,878	5	0,302
T3	0,831	5	0,143

Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) para los datos de los cuatro tratamientos por cinco días de evaluación (Tabla 12). De los resultados se puede afirmar que en la fuente de variación de tratamientos y día por los menos la actividad antioxidante de uno de los tratamientos es diferente a los otros ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 12**  
*ANOVA de la capacidad antioxidante del yogurt*

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Sig.
Tratamiento	615,837	3	205,279	860,814	$2,87 \times 10^{-14}$
Día	6,162	4	1,541	6,460	$5,18 \times 10^{-03}$
Error	2,862	12	0,238		
Total	624,861	19			

Fuente: Elaboración propia

Debido a que existen diferencias estadísticas significativas entre por lo menos dos de los cuatro tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia del 0,05% (Tabla 13); donde se obtiene que los cuatro tratamientos son diferentes, el mejor tratamiento es T3 con una media de 16,032; seguido del tratamiento T2 con una media de 10,388.

**Tabla 13**  
*Comparaciones múltiples de Tukey para la capacidad antioxidante*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	5	16,032	A
T2	5	10,388	B
T1	5	4,926	C
T0	5	1,394	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Compuestos fenólicos totales del yogurt con antocianinas de frambuesa

El contenido de compuestos fenólicos del yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre se determinó bajo dos modalidades, el primero expresado como porcentaje equivalente de ácido gálico (Tabla 14).

**Tabla 14**  
*Porcentaje equivalente de ácido gálico en el extracto del yogurt*

Día	Equivalente de ácido gálico en el extracto del yogurt (%)			
	T0	T1	T2	T3
0	0,11 ± 0,00	2,07 ± 0,05	3,17 ± 0,03	4,39 ± 0,04
3	0,05 ± 0,00	1,09 ± 0,02	1,74 ± 0,03	2,19 ± 0,04
6	0,03 ± 0,00	0,63 ± 0,02	1,05 ± 0,03	1,44 ± 0,05
9	0,02 ± 0,00	0,43 ± 0,02	0,55 ± 0,03	0,52 ± 0,05
12	0,03 ± 0,00	0,43 ± 0,02	0,52 ± 0,03	0,47 ± 0,05

Fuente: Elaboración propia

El segundo caso de la determinación del contenido de compuestos fenólicos totales del yogurt con antocianinas de frambuesa fue determinado como mg de ácido gálico equivalente por cada 100 ml del yogurt, el cual fue medido cada tres días por 12 días para los 4 tratamientos, estos resultados se pueden observar en la Tabla 15.

A los resultados del contenido de compuestos fenólicos totales del yogurt con antocianinas de frambuesa (mg AGE/100 ml) se le realizó la prueba de Shapiro – Wilk con una significancia de 0,05 para verificar si los datos obedecen a una distribución normal (Tabla 16),

concluyéndose que los datos del contenido de polifenoles de los tratamientos T1, T2 y T3 tienen distribución normal ( $p > 0,05$ ) y el T0 no tiene distribución normal ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 15**

*Contenido de compuestos fenólicos del yogurt con antocianinas de frambuesa*

Día	Concentración ácido gálico (mg AGE/100 ml)			
	T0	T1	T2	T3
0	0,57 ± 0,01	10,33 ± 0,23	15,83 ± 0,15	21,96 ± 0,22
3	0,26 ± 0,01	5,45 ± 0,08	8,70 ± 0,15	10,95 ± 0,22
6	0,15 ± 0,01	3,14 ± 0,08	5,26 ± 0,15	7,19 ± 0,23
9	0,12 ± 0,00	2,17 ± 0,08	2,73 ± 0,15	2,60 ± 0,23
12	0,15 ± 0,01	2,15 ± 0,08	2,58 ± 0,15	2,34 ± 0,23

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16**

*Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para los compuestos fenólicos*

Tratamientos	Estadístico	gl	Sig.
T0	0,761	5	0,037
T1	0,815	5	0,107
T2	0,863	5	0,240
T3	0,871	5	0,269

Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó el ANOVA obteniendo como resultado que en la fuente de variación de tratamientos y día por los menos el contenido de compuestos fenólicos totales de uno de los tratamientos es diferente a los otros ( $p < 0,05$ ) tal como se puede observar en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*ANOVA del contenido compuestos fenólicos totales del yogurt*

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Sig.
Tratamiento	213,082	3	71,027	6,353	0,008
Día	295,575	4	73,894	6,610	0,005
Error	134,157	12	11,180		
Total	642,814	19			

Fuente: Elaboración propia

Debido a que existen diferencias estadísticas significativas entre por lo menos dos de los cuatro tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 18) con un nivel de significancia del 0,05; obteniéndose que los tratamientos T3 y T0 son estadísticamente diferentes, los tratamientos T3, T2 y T1 son estadísticamente semejantes y por otro lado T1 y T0 también son estadísticamente semejantes; el mejor tratamiento es T3 con una media de 9,008; seguido del tratamiento T2 con una media de 7,020.

**Tabla 18**  
*Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de compuestos fenólicos*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
T3	5	9,008	A	
T2	5	7,020	A	
T1	5	4,648	A	B
T0	5	0,250	B	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Evaluación sensorial del yogurt con antocianinas de frambuesa

La aceptabilidad sensorial se realizó con 30 panelistas semi entrenados estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Centro del Perú, sede Junín a quienes se le entregó las cuatro muestras de yogurt y una cartilla con una escala hedónica de 5 puntos: Me insatisface mucho (1) hasta me satisface mucho (5) cuyos resultados se muestran en la Tabla 19.

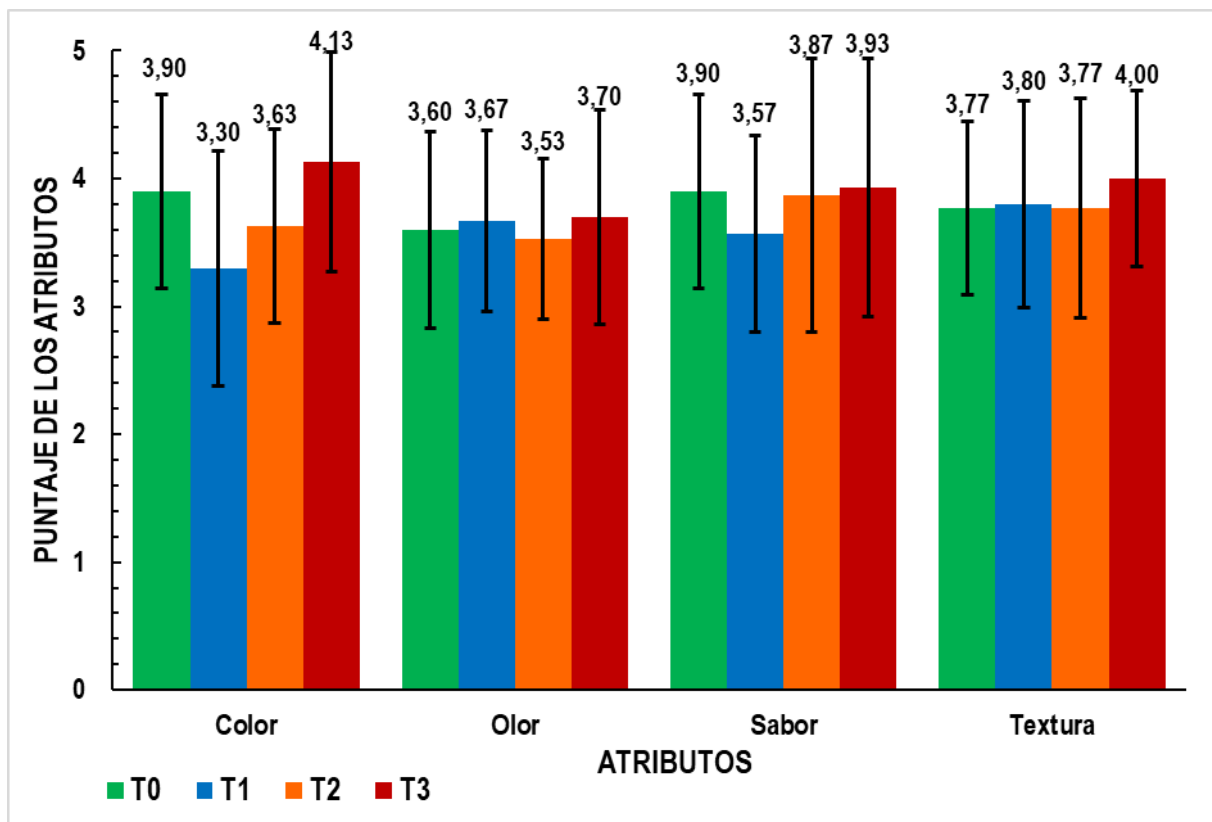
**Tabla 19**  
*Aceptabilidad sensorial del yogurt con antocianinas de frambuesa*

Muestra	Atributos			
	Color	Olor	Sabor	Textura
T0	3,90 ± 0,76 <sup>a</sup>	3,60 ± 0,77 <sup>a</sup>	3,90 ± 0,76 <sup>a</sup>	3,77 ± 0,68 <sup>a</sup>
T1	3,30 ± 0,92 <sup>ab</sup>	3,67 ± 0,71 <sup>a</sup>	3,57 ± 0,77 <sup>a</sup>	3,80 ± 0,81 <sup>a</sup>
T2	3,63 ± 0,76 <sup>bc</sup>	3,53 ± 0,63 <sup>a</sup>	3,87 ± 1,07 <sup>a</sup>	3,77 ± 0,86 <sup>a</sup>
T3	4,13 ± 0,86 <sup>c</sup>	3,70 ± 0,84 <sup>a</sup>	3,93 ± 1,01 <sup>a</sup>	4,00 ± 0,69 <sup>a</sup>

Medias con una letra diferente en cada columna indica diferencias significativas obtenidas de la prueba de Friedman con un intervalo de significancia de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al atributo color la muestra que obtuvo mayor puntaje fue T3 (4,13 – me satisface) y T1 obtuvo el puntaje más bajo (3,30 – me satisface ligeramente); para el atributo olor el mayor puntaje la obtuvo T3 (3,70 – me satisface ligeramente) y el menor puntaje T2 (3,53 – me satisface ligeramente); en el atributo sabor el mayor puntaje fue obtenido T3 (3,93 – me satisface ligeramente) y el menor puntaje fue para T1 (3,57 – me satisface ligeramente) y finalmente para el atributo textura el mayor puntaje lo obtuvo T3 (4,00 – me satisface) y el menor puntaje lo obtuvieron T1 (3,77 – me satisface ligeramente) y T0 (3,77 – me satisface ligeramente) tal como se aprecia en la Figura 10.



**Figura 10. Valoración de los atributos sensoriales del yogurt con diferentes % de antocianinas de frambuesa silvestre**

Para determinar si existen diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos realizados en el trabajo se aplicó el análisis estadístico no paramétrico de Friedman para los atributos de color, olor, sabor y textura, se tuvo los siguientes resultados:

#### 4.3.1. Prueba de Friedman para el atributo color.

La Tabla 20 muestra los resultados de las mediciones de los rangos (medianas) de acuerdo con la prueba de Friedman para el atributo color con una mínima diferencia significativa entre suma de rangos de 15,968.

**Tabla 20**  
*Prueba de Friedman para el atributo color*

T0	T1	T2	T3	T <sup>2</sup>	p-valor
2,65	1,87	2,38	3,10	7,41	0,0002

Fuente: Elaboración propia

El p-valor  $0,0002 < 0,05$  indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa silvestre para el atributo color (Tabla 21). En este caso el tratamiento T1 es diferente de T0 y T3 pero son similares a T2; de igual modo T2 y T0 son semejantes así como también T0 y T3. Por otra parte, se puede apreciar que se destaca como el mejor tratamiento para el atributo color T3 con una media de 3,10.

**Tabla 21**  
*Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo color*

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T1	56,00	1,87	30	A		
T2	71,50	2,38	30	A	B	
T0	79,50	2,65	30		B	C
T3	93,00	3,10	30			C

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

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Prueba de Friedman para el atributo olor.

La Tabla 22 muestra los resultados de las mediciones de los rangos (medianas) de acuerdo con la prueba de Friedman para el atributo olor con una mínima diferencia significativa entre suma de rangos de 15,243.

**Tabla 22**  
*Prueba de Friedman para el atributo olor*

T0	T1	T2	T3	T <sup>2</sup>	p-valor
2,50	2,48	2,37	2,65	0,41	0,7436

Fuente: Elaboración propia

El p-valor  $0,7436 > 0,05$  indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa silvestre para el atributo olor (Tabla 23). En este caso los tratamientos T1, T2, T3 y T4; teniendo como superior al tratamiento T3 con una media de 2,65.

**Tabla 23**  
*Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo olor*

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T2	71,00	2,37	30	A
T1	74,50	2,48	30	A
T0	75,00	2,50	30	A
T3	79,50	2,65	30	A

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

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3. Prueba de Friedman para el atributo sabor.

La Tabla 24 muestra los resultados de las mediciones de los rangos (medianas) de acuerdo con la prueba de Friedman para el atributo sabor con una mínima diferencia significativa entre suma de rangos de 17,150.

**Tabla 24**  
*Prueba de Friedman para el atributo sabor*

T0	T1	T2	T3	T <sup>2</sup>	p-valor
2,68	2,13	2,60	2,58	1,49	0,2226

Fuente: Elaboración propia

El p-valor  $0,2226 > 0,05$  indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa silvestre para el

atributo sabor (Tabla 25). En este caso los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son estadísticamente iguales. Por otra parte, se puede apreciar que se destaca como el mejor tratamiento para este atributo T3 con una media de 2,68.

**Tabla 25**  
*Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo sabor*

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T1	64,00	2,13	30	A
T3	77,50	2,58	30	A
T2	78,00	2,60	30	A
T0	80,50	2,68	30	A

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

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Prueba de Friedman para el atributo textura.

La Tabla 26 muestra los resultados de las mediciones de los rangos (medianas) de acuerdo con la prueba de Friedman para el atributo sabor con una mínima diferencia significativa entre suma de rangos de 15,756.

**Tabla 26**  
*Prueba de Friedman para el atributo textura*

T0	T1	T2	T3	T <sup>2</sup>	p-valor
2,42	2,43	2,47	2,68	0,44	0,7248

Fuente: Elaboración propia

El p-valor  $0,7248 > 0,05$  indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa silvestre para el atributo textura (Tabla 27). En este caso los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son estadísticamente iguales. Por otra parte, se puede apreciar que se destaca como el mejor tratamiento para este atributo T3 con una media de 2,68.

**Tabla 27**

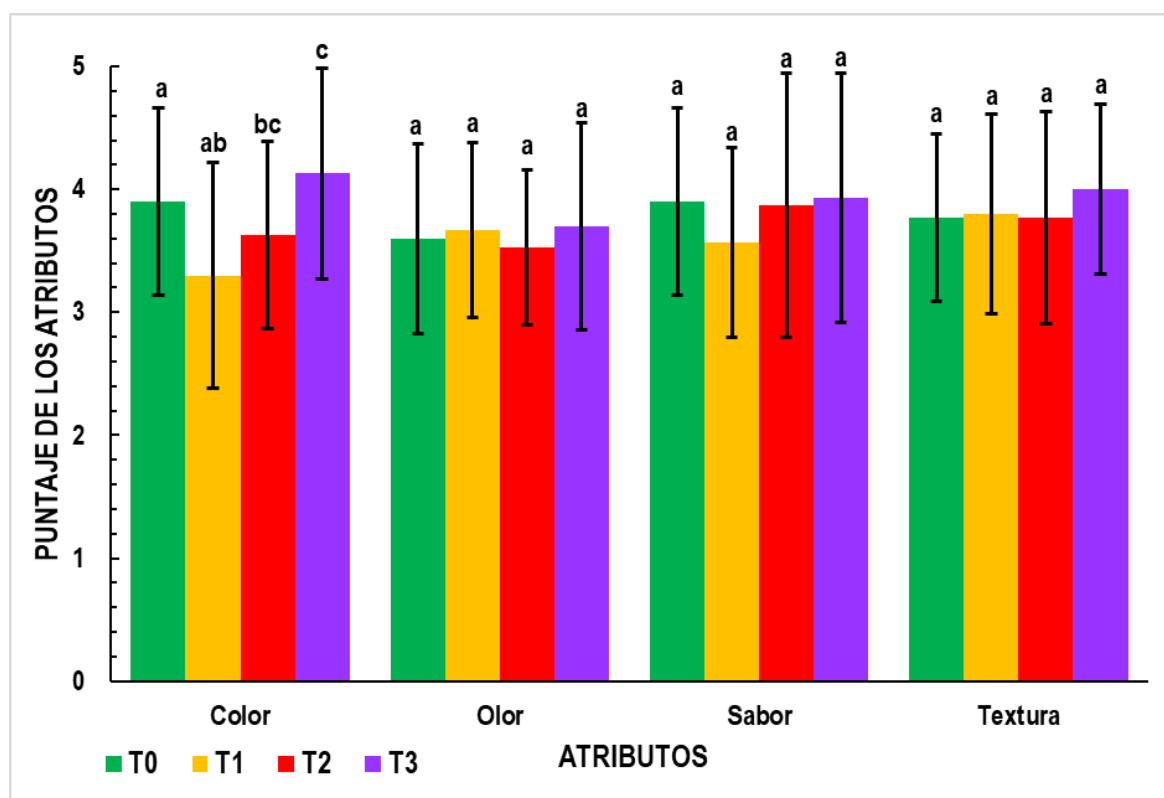
*Prueba de comparaciones múltiples de Friedman para el atributo textura*

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T0	72,50	2,42	30	A
T1	73,00	2,43	30	A
T2	74,00	2,47	30	A
T3	80,50	2,68	30	A

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

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11 se puede apreciar las pruebas de Friedman y las pruebas de comparaciones múltiples que permitieron determinar la mejor cantidad de adición de antocianinas de frambuesa silvestre al yogurt funcional.



Medias con una letra diferente en cada columna indica diferencias significativas obtenidas de la prueba de Friedman con un intervalo de significancia de 0,05.

**Figura 11.** Valoración de los atributos sensoriales de acuerdo con la prueba de Friedman

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIONES**

#### **5.1. Capacidad antioxidante del yogurt con antocianina de frambuesa silvestre**

La capacidad antioxidante expresada como porcentaje de captación de ácidos libres indica que el mejor tratamiento fue T3 con 6% (v/v) de adición de antocianinas de frambuesa silvestre adicionados como pigmentos para brindar coloración al yogurt funcional, el mismo que alcanza un valor máximo de  $89,43 \pm 2,28$  % a los 30 minutos, valor que resulta inferior a lo reportado por (Ramos & Zabaleta, 2013) que indica que el yogurt con adición de pigmentos de flor de Jamaica en 150 ppm tiene 100 % de captación de radicales libre, pero esto medido a lo largo de todo un día, también es menor a los reportado por Quezada & Reyes, (2019) que fue de 91,76% para el yogurt con 20% de kiwi.

En lo que respecta a la capacidad antioxidante del yogurt el mayor valor alcanzado fue el del tratamiento T3 que alcanzó  $17,22 \pm 0,45$   $\mu\text{mol ET/mL}$ , este valor es bastante cercano a lo reportado por (Inostroza et al., 2015) para la capacidad antioxidante del yogurt con antocianinas de mashua morada que fue de  $15,8 \pm 0,2$   $\mu\text{mol ET/g}$  pero resulta distinto de lo reportado por Quezada & Reyes, (2019) que fue de 174,1783 mg AA/100 mL pero este está expresado en mg de ácido ascórbico, es también diferente a lo reportado por Alvarado et al., (2011) que fue de  $0,500 \pm 0,049$   $\mu\text{M Trolox equivalentes/mg sólidos solubles}$  para el yogurt con mermelada de tomate de árbol y es también mayor al yogurt natural que tiene capacidad antioxidante de  $0,293 \pm 0,016$   $\mu\text{M Trolox equivalentes/mg sólidos solubles}$  y también son distintos a los reportados por Camacho & Merino, (2018) que fue de  $424,85 \pm 9,77$   $\mu\text{mol Trolox/L}$  para el yogurt aromatizado con café orgánico y de  $449,97 \pm 2,20$   $\mu\text{mol Trolox/L}$  del café aromatizado con café convencional.

Los resultados muestran la capacidad antioxidante de cuatro muestras de yogurt, la primera de las cuales resulta ser el patrón de contraste pues no presenta adición de antocianinas

como pigmento y en las otras tres se muestra como resultado que, a mayor concentración de pigmentos, se incrementa la capacidad antioxidante (Tabla 12) tal como manifiesta (Camacho & Merino, 2018). Tampoco se puede afirmar que el yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre es una buena fuente de antioxidantes, debido a que no existen datos que indiquen los requerimientos diarios en antioxidantes (Camacho & Merino, 2018) pero si se puede concluir que el producto tiene antioxidantes, en gran medida debido a la presencia de los pigmentos de la frambuesa silvestre pues estas se encuentran entre las frutas que contienen los niveles más altos de antioxidantes constituida principalmente por las antocianinas y elagitaninos (Beekwilder, Jonker, et al., 2005; Ponder & Hallmann, 2019).

## **5.2. Compuestos fenólicos totales del yogurt con antocianinas de frambuesa**

El contenido de polifenoles totales de yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre se determinó porcentaje equivalente de ácido gálico obteniéndose un valor máximo para el tratamiento T3 con  $4,39 \pm 0,04\%$ , valor equivalente a 21,96 mg AGE/100 ml, este valor es un tanto mayor a los reportados por Zapata et al., (2015) que obtuvo valores máximos de 16,85 y 16,61 mg Ácido gálico/100 ml para el yogurt saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*), estos valores también difieren de los reportados por Camacho & Merino, (2018) que fueron de  $63,37 \pm 3,57$  mg GAE\*/L para el yogurt saborizado con café orgánico y el valor de  $75,61 \pm 2,69$  mg GAE\*/L para el yogurt aromatizado con café convencional.

La variación del contenido de polifenoles en el yogurt puede estar influenciada por diversos factores como la fuente o el tipo de fruto del que se extrae, también será influenciada de acuerdo con el sistema de extracción de los pigmentos tal como lo menciona Camacho & Merino, (2018), pero lo concreto es que la frambuesa es una fruta muy apreciada por su elevado contenido de polifenoles, como el ácido elágico y las antocianinas que le brindan el color característico y una elevada capacidad antioxidante y anticarcinógeno (Juan García et al., 2014).

Al igual que en el caso de la capacidad antioxidante los resultados muestran que el contenido de polifenoles en las cuatro muestras de yogurt es variable, siendo la primera el patrón de contraste pues no presenta adición de antocianinas como pigmento y en las otras tres se muestra como resultado que, a mayor concentración de pigmentos, se incrementa el contenido de polifenoles (Tabla 17) tal como manifiesta (Camacho & Merino, 2018).

En este caso si es posible afirmar si el yogurt con antocianinas de frambuesas silvestres es una buena fuente de polifenoles o no, puesto que Taguchi et al., (2015) realizó la estimación de la ingesta de polifenoles obteniendo un promedio de  $1492 \pm 665$  mg/día, la mayor parte de la cual fue provista por bebidas (79.1%); además la ingesta diaria de polifenoles difería en gran medida entre los individuos (183–4854 mg / día) por tanto y para estar dentro del promedio sería necesario beber un mínimo de 30 litros de yogurt al día, siendo un caso inaudito, por lo que sólo nos limitaremos a indicar que el yogurt contiene polifenoles, puesto que los fenoles son sintetizados por las plantas y ayudan en la coloración de las plantas (las antocianinas son responsables de la coloración roja, naranja, azul, púrpura o violeta que se encuentran en las pieles de frutas y hortalizas) (Gimeno, 2004).

### **5.3. Evaluación sensorial del yogurt con antocianinas de frambuesa**

Para la evaluación sensorial se empleó la prueba de aceptabilidad con una escala hedónica de cinco valores: Me insatisface mucho (1), me insatisface ligeramente (2), me satisface ligeramente (3), me satisface (4) y me satisface mucho (5) para lo cual se tuvo 30 panelistas semi entrenados estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Centro del Perú, sede Junín a quienes se le entregó las cuatro muestras de yogurt y una cartilla de evaluación.

Los resultados fueron expresados como promedio de los 30 panelistas  $\pm$  desviación estándar de los cuales resulta como el mejor tratamiento T3 con una adición de 6% de antocianinas de frambuesa con calificativos para los diversos atributos de  $4,13 \pm 0,86$  para el

color con un calificativo de me satisface, para el atributo olor se obtuvo una puntuación de  $3,70 \pm 0,84$  calificada como me insatisface ligeramente, en el atributo sabor la puntuación fue de  $3,93 \pm 1,01$  y un calificativo de me insatisface ligeramente y por último en el atributo textura con una puntuación de  $4,00 \pm 0,69$  con un calificativo de me satisface; lo que corrobora lo mencionado por (Lawless & Heymann, 2010) que en alimentos procesados a partir de frutas o con adición de frutas, el consumidor valora la calidad inicial por el color y la aceptabilidad, siendo estos los principales atributos indicadores de calidad sensorial; en este caso los tratamientos del yogurt con mayor contenido de antocianinas de frambuesas silvestre es la que presenta las mejores calificaciones para los atributos evaluados.

Pese a que la tabla de resultados y el gráfico muestra diferencias, fue necesario realizar la prueba de los rangos (medianas) de Friedman para establecer si realmente existen diferencias entre los atributos evaluados para el yogurt, concluyéndose que el mejor tratamiento viene a ser T3 pero sólo presenta diferencias en cuanto al atributo color y es igual en el resto de atributos.

## CONCLUSIONES

- Se elaboraron cuatro tratamientos de yogurt con adición de diferentes porcentajes de antocianinas de frambuesas silvestres (T0 = 0%, T1 = 2%, T2 = 4% y T3 = 6%), extraídos por el método de lixiviación para luego determinar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles, hallándose que estos están en proporción directa al porcentaje de pigmentos adicionados a cada una de las muestras.
- La capacidad antioxidante de los cuatro tratamientos del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) determinados por el método DPPH fueron de T0 =  $1,52 \pm 0,23$   $\mu\text{mol ET/ml}$ ; T1 =  $5,27 \pm 0,09$   $\mu\text{mol ET/ml}$ ; T2 =  $11,11 \pm 0,53$   $\mu\text{mol ET/ml}$  y T3 =  $17,22 \pm 0,45$   $\mu\text{mol ET/ml}$  y sometido a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05 muestra diferencias estadísticas y eligiéndose al tratamiento T3 como el mejor.
- El contenido de compuestos fenólicos totales en el yogurt con adición de antocianina frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) determinados por el método Folin Ciocalteu arrojó los resultados de T0 =  $0,57 \pm 0,01$  mg AGE/100 ml; T1 =  $10,33 \pm 0,23$  mg AGE/100 ml; T2 =  $15,83 \pm 0,15$  mg AGE/100 ml y T3 =  $21,96 \pm 0,22$  mg AGE/100 ml y sometido a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05 indica que solamente T3 y T0 son estadísticamente diferentes, siendo T3 el mejor tratamiento.
- La evaluación de aceptabilidad sensorial del yogurt con adición de antocianina de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*) tuvo como mejor tratamiento a T3 con una adición de 6% de antocianinas de frambuesa con los siguientes puntajes para los diversos atributos:  $4,13 \pm 0,86$  para el color con un calificativo de me satisface, para el atributo olor se obtuvo una puntuación de  $3,70 \pm 0,84$  calificada como me insatisface ligeramente, en el atributo sabor la puntuación fue de  $3,93 \pm 1,01$  y un calificativo de me insatisface ligeramente y por último en el atributo textura con una puntuación de  $4,00 \pm 0,69$  con un calificativo de me satisface.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar trabajos de investigación con nuevas formulaciones de yogurt con adición de antocianinas de frambuesas silvestres, con menores porcentajes de azúcar o edulcorados con endulzantes naturales no calóricos como la estevia, manteniendo la naturaleza del producto.
- Se recomienda también realizar estudios de diferentes formas de extracción de antocianinas de frambuesas silvestres, determinar y cuantificar los tipos de fenoles y antioxidantes presentes en este pigmento.
- Realizar un estudio de tiempo de vida útil del yogurt con adición de antocianinas de frambuesa y la biodisponibilidad de los antioxidantes y polifenoles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, M., Alanis, M., Hernández, C., Del Follo, A., & Reza, M. (2005). Análisis por HPLC de las antocianinas de higo (*Ficus carica*) variedad Misión, cultivado en ciudad Lerdo, Durango, México. *Revista Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey*, 1.
- Aguilera, M., Reza, M. del C., Chew, R., Aguilar, J., & Ramírez, P. (2012). Antocianinas de higo como colorantes para yogurt natural. *Biotecnia*, 14(1), 18-24.  
<https://doi.org/10.18633/bt.v14i1.111>
- Aguilera, M., Reza, M. del C., Chew, R., & Meza, J. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista Biotecnia*, 13(2), 16-22.
- Alais, C. (1998). *Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera*. Reverté.
- Alcazar, J. (2002). *Diccionario técnico de industrias alimentarias* (2da ed.). Jorge Alcazar del Castillo.
- Alvarado, C., Coronado, M., Prósperi, F., & Guerra, M. (2011). Desarrollo de yogurt con capacidad antioxidante elaborado con leche de cabra (*Capra hircus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 293-312.
- Anuyahong, T., Chusak, C., & Adisakwattana, S. (2020). Incorporation of anthocyanin-rich riceberry rice in yogurts: Effect on physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion. *LWT*, 129, 1-10.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109571>
- Anzaldúa, M., Lever, C., & Vernon, E. (1994). Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura. *Tecnología de alimentos*, 18(5), 4-11.
- AOAC. (1990). *Official methods of analysis agricultural chemist* (15va ed.).

- AOAC. (1996). *Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists International Official Methods of Analysis.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis agricultural chemist* (17ava ed.). Ed. William Horwitz.
- Babio, N., Mena-Sánchez, G., & Salas-Salvadó, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, *34*, 26-30.
- Bakowska, A. (2005). Acylated anthocyanins as stable, natural food colorants—A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, *14*, 107-116.
- Ban, Q., Cheng, J., Sun, X., Jiang, Y., Zhao, S., Song, X., & Guo, M. (2020). Effects of a synbiotic yogurt using monk fruit extract as sweetener on glucose regulation and gut microbiota in rats with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science*, *103*(4), 2956-2968. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17700>
- Bañados, P. (2002). *Frambuesas en Chile: Sus variedades y características*. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura.
- Beekwilder, J., Hall, R., & Ric de Vos, C. H. (2005). Identification and dietary relevance of antioxidants from raspberry. *BioFactors*, *23*(4), 197-205. <https://doi.org/10.1002/biof.5520230404>
- Beekwilder, J., Jonker, H., Meesters, P., Hall, R. D., van der Meer, I. M., & Ric de Vos, C. H. (2005). Antioxidants in Raspberry: On-Line Analysis Links Antioxidant Activity to a Diversity of Individual Metabolites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(9), 3313-3320. <https://doi.org/10.1021/jf047880b>
- Bender, D. (2006). *Diccionario de los Bender de nutrición y tecnología de los alimentos* (2da edición). Editorial ACRIBIA S.A.

- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Bylund, G. (2003). *Manual de industrias lácteas* (3ra ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Camacho, A., & Merino, M. (2018). *Estimación del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del café arábica (Coffea arabica) orgánico y convencional en el proceso de elaboración de yogur aromatizado con café* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623034/Merino\\_GM.pdf;jsessionid=F4227118ACC0A6B88FEC71485E791ED8?sequence=5](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623034/Merino_GM.pdf;jsessionid=F4227118ACC0A6B88FEC71485E791ED8?sequence=5)
- Castañeda, A., Pacheco, Ma. de L., Páez, Ma. E., Rodríguez, J., & Galán, C. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859-871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>
- Cés, A. (2016). *Evaluación de la actividad antioxidante de frambuesas comerciales* [Trabajo de fin de grado, Universidade da Coruña]. [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17458/CesMartinez\\_Alejandro\\_TFG\\_2016.pdf](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17458/CesMartinez_Alejandro_TFG_2016.pdf)
- Cevallos, B., & Cisneros, L. (2003). Stoichiometric and Kinetic Studies of Phenolic Antioxidants from Andean Purple Corn and Red-Fleshed Sweetpotato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3313-3319. <https://doi.org/10.1021/jf034109c>

- Condony, R., Mariné, A., & Rafecas, N. (1988). *Yogur: Elaboración y valor nutritivo*.  
Fundación española de nutrición.  
[https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/33-Yogur-  
elaboraci%C3%B3n.pdf](https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/33-Yogur-elaboraci%C3%B3n.pdf)
- Córdova, I. (2014). *El proyecto de investigación cuantitativa, con minitab SPSS y excel*. San Marcos.
- Cruzado, M., Pastor, A., Castro, N., & Cedrón, J. (2013). Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 57-63.
- Eng, H., Azlan, A., Teng, S., & Meng, S. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Farré, Barbera, & Legarda. (2010). Capítulo 16: Aditivos alimentarios. En *Tratado de nutrición* (2da ed., p. 427). Médica Panamericana.
- Figuroa, S., & Mollinedo, O. (2017). *Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* "pitahaya" e identificación de los fitoconstituyentes* [Universidad Wiener].  
[http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/924/TITULO%20-  
%20Mollinedo%20Moncada%2C%20Ofelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/924/TITULO%20-%20Mollinedo%20Moncada%2C%20Ofelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fundación Española de Nutrición. (2015). *Frambuesa.pdf* [PDF]. Frambuesa.  
<http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/frambuesa.pdf>
- FUNIBER. (2020). *Composición Nutricional de Frambuesa* [Fundación Universitaria Americana]. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos.  
<https://www.composicionnutricional.com/alimentos/FRAMBUESA-1>

- García, J., Periago, M. J., Vidal, M. L., & Cantos, E. (2002). Evaluación de las propiedades antioxidantes en concentrados de uva y frutas rojas. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 18, 103-114.
- García, Juan, García, G., & Ciordia, M. (2014). *El Cultivo del frambueso*. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias.
- Gimeno, E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm*, 23(6), 80-84.
- Hernández, M. Á. (2016). *Microbiología de los alimentos: Fundamentos y aplicaciones en ciencias de la salud*. Panamericana.
- Herrera, M. (2017). *Estabilidad térmica del extracto colorante de orujos de uva (Vitis aestivalis – cinérea x vitis vinífera) en una bebida modelo* [Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2968/Q05-H47-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Huayta, E. (2015). *Perfil de la instalación de una planta para la elaboración de yogurt artesanal* [Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2056/E21-H839-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Infoagro. (2018). *El cultivo de la frambuesa*. Infoagro.com.  
[https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_frambuesa.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_frambuesa.asp)
- Inostroza, L., Castro, A., Hernández, E., Carhuapoma, M., Yuli, R., Collado, A., & Córdova, J. (2015). Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83-89.

- Katsumoto, Y., Fukuchi-Mizutani, M., Fukui, Y., Brugliera, F., Holton, T. A., Karan, M., Nakamura, N., Yonekura, K., Togami, J., Pigeaire, A., Tao, G.-Q., Nehra, N. S., Lu, C.-Y., Dyson, B. K., Tsuda, S., Ashikari, T., Kusumi, T., Mason, J. G., & Tanaka, Y. (2007). Engineering of the Rose Flavonoid Biosynthetic Pathway Successfully Generated Blue-Hued Flowers Accumulating Delphinidin. *Plant and Cell Physiology*, 48(11), 1589-1600. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcm131>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (2. ed). Springer.
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: Importancia biológica y métodos para medir su actividad. En *Desarrollo y Transversalidad serie Lasallista Investigación y Ciencia* (pp. 129-162). Corporación Universitaria Lasallista. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf>
- Lucas, M. (2019). *Extracción de pigmentos antociánicos de la coronta de maíz morado (Zea mays L.) y uso como colorantes en la elaboración de yogurt* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://200.48.129.167/bitstream/handle/UNJFSC/3455/Milagros%20Daisy%20Lucas%20Fern%c3%a1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mach, N., & Sancho, M. (2015). Efecto de los polifenoles del vino sobre la prevención del cáncer. *Nutrición Hospitalaria*, 31(2), 535-551. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.2.8091>
- Mahaut, M. (2003). *Productos lácteos industriales*. Acribia.
- Marín, S., & Mejía, C. (2012). *Extracción de colorante a partir de la flor de Jamaica* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://ribuni.uni.edu.ni/619/1/37975.pdf>
- Markakis, P. (2012). *Anthocyanins as Food Colors*. Elsevier.

- Martins, N., Roriz, C. L., Morales, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.009>
- Reglamento de la leche y productos lácteos, Decreto Supremo 007-2017-MINAGRI 54 (2017). [http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS\\_7\\_2017\\_MINAGRI.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf)
- Murad, S. (2010). *El Yogurt* [El yogurt]. Zonadiet. <https://www.zonadiet.com/bebidas/yogurt.htm>
- Ochoa, E., Elena, P.-S., Val, T., Leyva, J., & Saucedo, P. (2019). Propiedades fisicoquímicas de frutos silvestres de Rubus con potencial nutracéutico y alimenticio. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 291-301. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2028>
- Orellano, E., & Valverde, J. (2017). *Propiedades físicas, antocianinas y capacidad antioxidante del atomizado de Mashua (Tropaeolum Tuberosum) encapsulado con maltodextrina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4776/Orellano%20Gonzales%200-%20Valverde%20Torres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ozgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Scheerens, J. C., & Miller, A. R. (2006). Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1151-1157. <https://doi.org/10.1021/jf051960d>

- Ponder, A., & Hallmann, E. (2019). The effects of organic and conventional farm management and harvest time on the polyphenol content in different raspberry cultivars. *Food Chemistry*, 301, 8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125295>
- Quezada, R., & Reyes, M. (2019). *Capacidad antioxidante del yogurt natural suplementado con Actinidia deliciosa (kiwi) en 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].  
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13174/Quezada%20Camacho%20Roxana%20Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, K., & Zabaleta, K. (2013). *Elaboración de un yogur estandarizado con adición de Hibiscus sabdariffa (flor de jamaica) con propiedad funcional (antioxidante)* [Tesis de pre grado, Universidad de Cartagena].  
<http://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/372/ELABORACI%c3%93N%20DE%20UN%20YOGUR%20ESTANDARIZADO%20CON%20%20ADICI%c3%93N%20DE%20HIBISC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10ma ed.). Ministerio de Salud del Perú.
- Rózyło, R. (2020). Recent trends in methods used to obtain natural food colorants by freeze-drying. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 39-50.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.005>
- Salinas, Y., Rubio, D., & Díaz, A. (2005). Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays* L.) como colorantes en yogur. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 55(3), 293-298.
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica* (5ta ed.). Business Support Aneth.

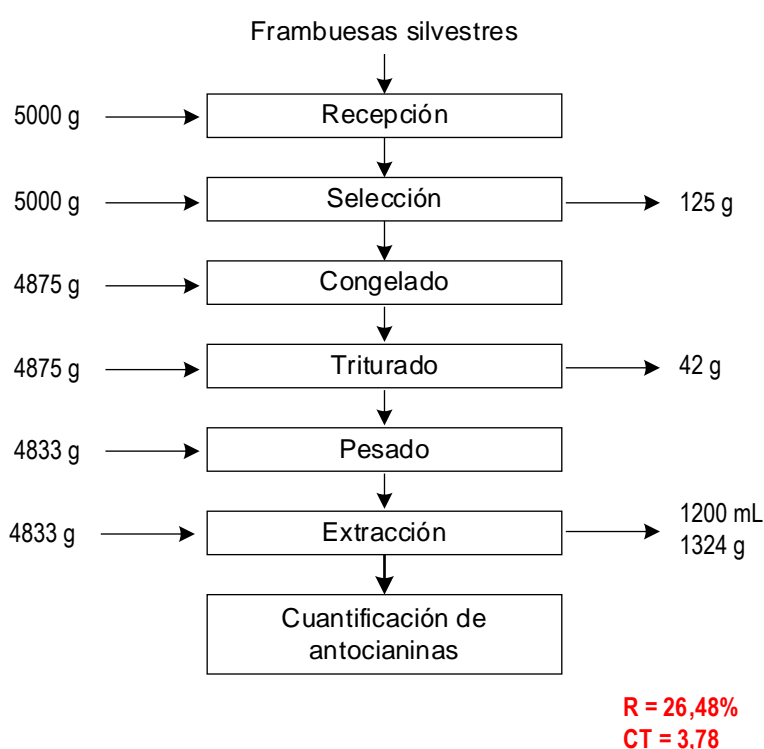
- Seeram, N., Momin, R., Nair, M., & Bourquin, L. (2001). Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries. *Phytomedicine*, 8(5), 362-369.  
<https://doi.org/10.1078/0944-7113-00053>
- SENATI. (1999). *Elaboración del yogurt* (3ra.). SENATI - IPACE.
- Sigurdson, G. T., Tang, P., & Giusti, M. M. (2017). Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources. *Annual Review of Food Science and Technology*, 8, 261-280.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-025923>
- Spreer, E. (1993). *Lactología industrial: Leche : preparación y elaboración : máquinas, instalaciones y aparatos : productos lácteos*. (2da ed.). Acribia.
- Taguchi, C., Fukushima, Y., Kishimoto, Y., Suzuki-Sugihara, N., Saita, E., Takahashi, Y., & Kondo, K. (2015). Estimated Dietary Polyphenol Intake and Major Food and Beverage Sources among Elderly Japanese. *Nutrients*, 7(12), 10269-10281.  
<https://doi.org/10.3390/nu7125530>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I., & Murphy, A. (2014). *Plant Physiology & Development*. (6th ed.). Sinauer Associates Inc.
- Tamime, A. Y., Robinson, R. K., & Díaz de Villegas Soláns, M. de la C. (1991). *Yogur: Ciencia y tecnología*. Acribia.
- Teixeira, J., Gaspar, A., Garrido, E. M., Garrido, J., & Borges, F. (2013). Hydroxycinnamic acid antioxidants: An electrochemical overview. *BioMed Research International*, 2013, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2013/251754>
- USDA. (2020). *Rubus idaeus*. En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rubus\\_idaeus&oldid=124850336](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rubus_idaeus&oldid=124850336)
- Vargas, Z. (2009). La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.  
<https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>

- Vásquez-Villalobos, V., Aredo, V., Velásquez, L., & Lázaro, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 177-189. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.04>
- Wang, S. Y., & Lin, H. S. (2000). Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2), 140-146. <https://doi.org/10.1021/jf9908345>
- Yarlequé, L., & Vila, R. (2005). *Teoría y metodología de la investigación*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Zapata, I. C., Sepúlveda-Valencia, U., & Rojano, B. A. (2015). Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*). *Información tecnológica*, 26(2), 17-28. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200004>

## ANEXO

### 1. Extracción de antocianinas de frambuesas silvestres

Se obtuvieron 24 muestras de extractos en total, todos los extractos con un volumen de 1200 mL con un peso de 1324 g lo que significa un rendimiento de 26,48%. El colorante con antocianinas obtenido se colocó en frascos de polietileno de 50 mL envueltos en papel de aluminio para protegerlos de la luz y almacenados a temperatura de refrigeración (4 – 6 °C) hasta su utilización.



**Figura A1. Balance de materia para la extracción de antocianinas de frambuesa**

El porcentaje de extracción obtenido en el proceso fue de 26,48%, porcentaje que resulta similar a lo reportado por Marín & Mejía, (2012) que fue de 25,92% para la flor de Jamaica. Actualmente se emplean diversos alimentos para la extracción de pigmentos y su empleo en la producción de alimentos funcionales como el yogurt, se emplea por ejemplo el maíz morado (Salinas et al., 2005), higo (Aguilera et al., 2005, 2012), flor de Jamaica (Marín & Mejía, 2012), mashua (Inostroza et al., 2015).

## 2. Elaboración de yogurt con adición de antocianinas de frambuesas silvestres

Para la evaluación de la capacidad antioxidante del yogurt con adición de antocianinas de frambuesas silvestres se elaboraron cuatro muestras de yogurt con diferentes porcentajes de adición de antocianinas (0, 2, 4 y 6%) cada una con tres repeticiones. Previo a la elaboración del yogurt con adición de antocianinas de frambuesas silvestres se llevó a cabo el control de calidad de la leche (Tabla 8).

**Tabla A1.**  
*Control de calidad de la leche*

Análisis	Resultado
Acidez	0,183
pH	6,71
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,031

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a elaborar el yogurt de acuerdo al procedimiento descrito en la sección de métodos, obteniéndose el producto que luego fue dividido en 4 partes exactamente iguales a fin de proceder con la adición de las antocianinas de frambuesas silvestres. El balance de materia de la elaboración del yogurt se presenta en la Tabla 9.

**Tabla A2.**  
*Balance de materia del yogurt sin adición de antocianinas*

Operación	Materia ingresa (g)	Materia eliminada (g)	Materia continua (g)
Recepción de materia prima	10 310,00	0,00	10 310,00
Estandarizado	1 150,00	0,00	11 460,00
Pasteurizado	11 460,00	573,00	10 887,00
Enfriado	10 887,00	75,50	10 811,50
Inoculado	10 841,31	0,00	10 841,31
Incubado	10 841,31	0,00	10 841,31
Enfriado	10 841,31	0,00	10 841,31
Batido	10 841,31	26,55	10 814,76

Rendimiento:  $R = (\text{materia que sale} / \text{materia que ingresa}) \times 100\% = (10\ 814,76 / 10\ 310,00) \times 100\% = 104,90\%$

Fuente: Elaboración propia

A partir del batido se adiciona las respectivas cantidades de antocianinas de frambuesa para determinar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles, cuyo análisis fisicoquímico indica un pH de 3,95 y una acidez de 0,49 g/100mL de ácido láctico. En la Tabla 10 se aprecia el resultado del análisis químico proximal del tratamiento T3.

**Tabla A3**  
*Análisis químico proximal del yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre.*

Análisis	Resultado
Humedad (%)	77,02
Grasa (%)	2,40
Proteínas (%)	1,39
Cenizas (%)	0,60
Carbohidratos (%)	18,59

Fuente: Informe de ensayo N° 0243 – LCC – UNCP - 2019

Con respecto a la calidad de la leche de acuerdo con el análisis realizado se obtuvo un valor de acidez 0,183 lo que misma que se encuentra ligeramente superior a 0,17 indicado por el Reglamento de la leche y productos lácteos, (2017) y los 0,18 señalado por (SENATI, 1999); la densidad 1,031 g/cm<sup>3</sup> se encuentra dentro del rango 1,0296 g/ml y 1,0340 g/ml establecido por el Reglamento de la leche y productos lácteos, (2017).

En cuanto al yogurt el pH de 3,95 se encuentra dentro del rango mencionado por (Alais, 1998) que es de 4,6 para la clasificación de yogurt ácido y bastante inferior al yogurt con adición de flor de Jamaica reportado por (Ramos & Zabaleta, 2013); la acidez del yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre (T3) fue de 0,49 g/100mL de ácido láctico fue inferior a lo establecido por el Reglamento de la leche y productos lácteos, (2017) que indica como acidez mínima 0,6 g/100mL pero es más cercano a lo manifestado por (Vásquez-Villalobos et al., 2015) que indica un rango de 0,5 a 1,6%

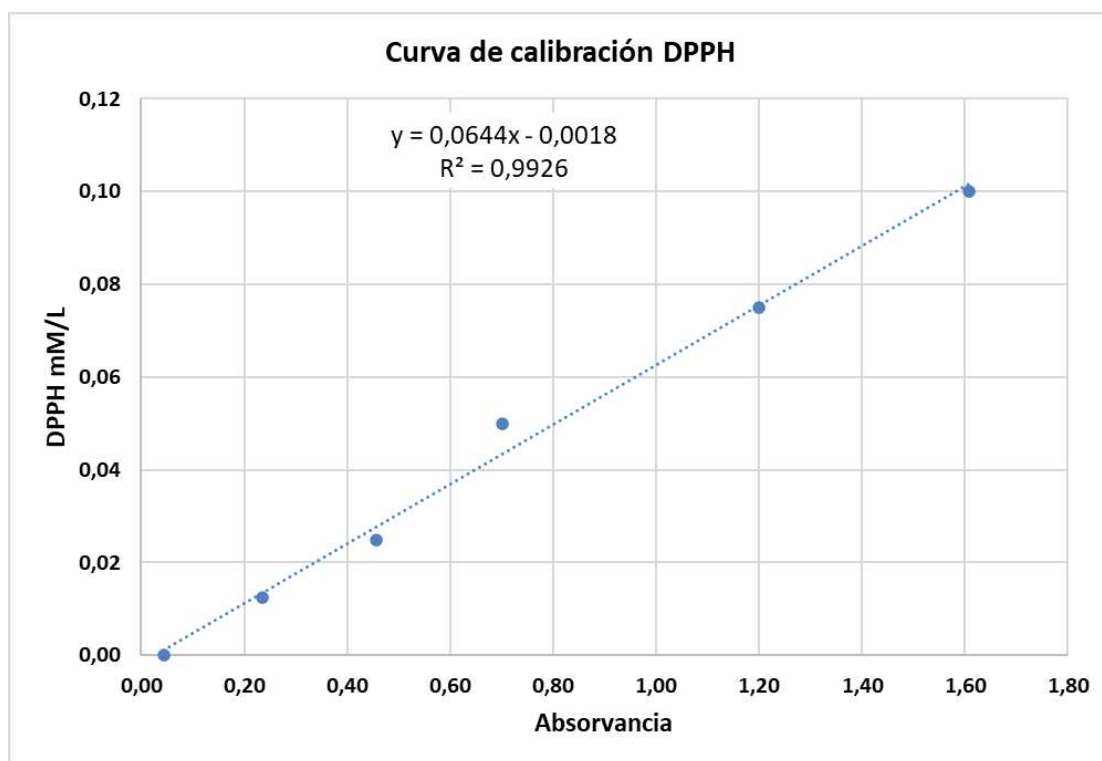
Para el análisis químico proximal del yogurt con antocianinas de frambuesa silvestre se ha reportado un contenido de humedad del 77,02% que resulta ser mucho menor a los

reportados por Condony et al., (1988), Murad, (2010) y Reyes et al., (2017) que reportaron respectivamente 87,50; 87,00; 85,00; 89,00; 87,90 y 80,90 % para el yogurt de leche, natural, tradicional, desnatado, natural y bebible; lo que indica que el yogurt elaborado como parte de este trabajo tiene mayor contenido de sólidos. El contenido de grasa del yogurt fue de 2,40% el mismo que se encuentra dentro de los valores reportados por Condony et al., (1988), Murad, (2010) y Reyes et al., (2017) que fueron de 3,78; 3,75; 3,10; 0,10; 3,30 y 1,20 % para el yogurt de leche, natural, tradicional, desnatado, natural y bebible respectivamente.

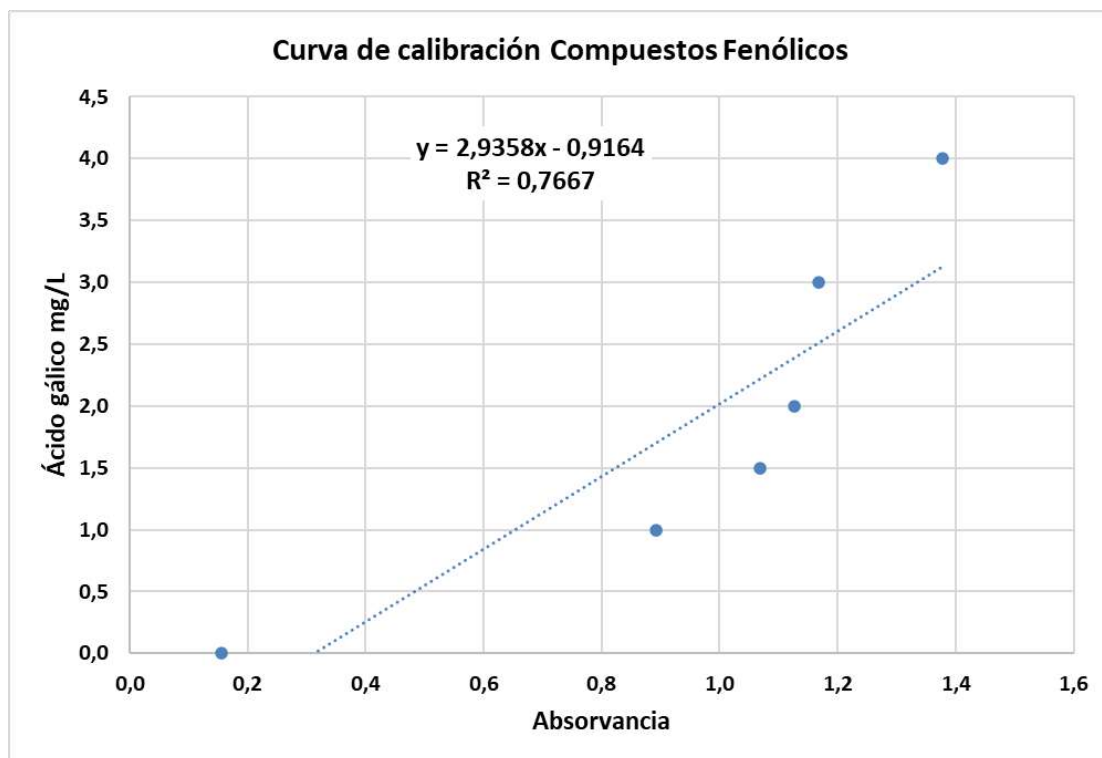
Con respecto al contenido de proteínas para este caso fue de 1,39% y resulta inferior a los reportados para los demás tipos de yogurt que varía entre 2,70% y 3,33% (Condony et al., 1988; Murad, 2010; Reyes et al., 2017), pero más allá del contenido proteico cuantificado, este alimento posee proteínas de alto valor biológico tal como lo afirman Babio et al., (2017) tiene “tipos de caseínas ( $\alpha$ ,  $\kappa$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ), proteínas de lactosuero, principalmente  $\alpha$ -lactoalbúmina,  $\beta$ -lactoglobulina, albúmina sérica, proteasas-peptonas, inmunoglobulinas, enzimas como lipasas, proteasas o fosfatasa y metaloproteínas como la transferrina, la ceruloplasmina y la lactoferrina”.

El contenido de cenizas determina el contenido de minerales, lo que manifiesta que es un gran alimento; por último el contenido de carbohidratos es de 18,59% el mismo que indica que es elevado en comparación a los valores reportados por Condony et al., (1988), Murad, (2010) y Reyes et al., (2017) que fueron de 3,33; 3,88; 2,90; 3,50; 3,50 y 2,70 % para el yogurt de leche, natural, tradicional, desnatado, natural y bebible respectivamente, esto puede explicarse por la adición del 10% de sacarosa además del colorante con antocianinas de frambuesa silvestre.

### 3. Curva de calibración para la determinación de la capacidad antioxidante



### 4. Curva de calibración para la determinación de compuestos fenólicos



5. Datos y cálculos de la capacidad antioxidante

LECTURA DE DATOS					PORCENTAJE DE INHIBICIÓN					CAPACIDAD ANTIOXIDANTE				
										$y = 0,0644x - 0,0018$				
<b>DIA 0</b>					<b>DIA 0</b>					<b>DIA 0</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,458	0,378	0,290	0,260	R1	5,45%	63,23%	71,79%	74,71%	R1	1,05	4,01	9,15	14,30
R2	0,326	0,287	0,264	0,232	R2	18,29%	72,08%	74,32%	77,43%	R2	1,30	4,59	9,48	14,84
R3	0,326	0,287	0,264	0,232	R3	18,29%	72,08%	74,32%	77,43%	R3	1,30	4,59	9,48	14,84
SUMA	1,110	0,952	0,818	0,724	SUMA	42,03%	207,39%	220,43%	229,57%	SUMA	3,65	13,19	28,11	43,98
PROMEDIO	0,370	0,317	0,273	0,241	PROMEDIO	14,01%	69,13%	73,48%	76,52%	PROMEDIO	1,22	4,40	9,37	14,66
DESVIACIÓN	0,076	0,053	0,015	0,016	DESVIACIÓN	7,41%	5,11%	1,46%	1,57%	DESVIACIÓN	0,14	0,33	0,19	0,31
<b>DIA 3</b>					<b>DIA 3</b>					<b>DIA 3</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,381	0,341	0,321	0,320	R1	12,94%	66,83%	68,77%	68,87%	R1	1,20	4,24	8,75	13,14
R2	0,310	0,279	0,216	0,185	R2	19,84%	72,86%	78,99%	82,00%	R2	1,33	4,64	10,10	15,75
R3	0,229	0,224	0,185	0,200	R3	27,72%	78,21%	82,00%	80,54%	R3	1,49	5,00	10,50	15,46
SUMA	0,920	0,844	0,722	0,705	SUMA	60,50%	217,90%	229,76%	231,41%	SUMA	4,02	13,88	29,35	44,35
PROMEDIO	0,307	0,281	0,241	0,235	PROMEDIO	20,17%	72,63%	76,59%	77,14%	PROMEDIO	1,34	4,63	9,78	14,78
DESVIACIÓN	0,076	0,059	0,071	0,074	DESVIACIÓN	7,40%	5,69%	6,93%	7,20%	DESVIACIÓN	0,15	0,38	0,92	1,43
<b>DIA 6</b>					<b>DIA 6</b>					<b>DIA 6</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,292	0,288	0,218	0,198	R1	21,60%	71,98%	78,79%	80,74%	R1	1,37	4,59	10,07	15,50
R2	0,260	0,177	0,187	0,162	R2	24,71%	82,78%	81,81%	84,24%	R2	1,43	5,30	10,47	16,19
R3	0,214	0,138	0,098	0,076	R3	29,18%	86,58%	90,47%	92,61%	R3	1,52	5,55	11,62	17,85
SUMA	0,766	0,603	0,503	0,436	SUMA	75,49%	241,34%	251,07%	257,59%	SUMA	4,32	15,44	32,16	49,54
PROMEDIO	0,255	0,201	0,168	0,145	PROMEDIO	25,16%	80,45%	83,69%	85,86%	PROMEDIO	1,44	5,15	10,72	16,51
DESVIACIÓN	0,039	0,078	0,062	0,063	DESVIACIÓN	3,81%	7,57%	6,06%	6,10%	DESVIACIÓN	0,08	0,50	0,80	1,21

LECTURA DE DATOS					PORCENTAJE DE INHIBICIÓN					CAPACIDAD ANTIOXIDANTE				
										$y = 0,0644x - 0,0018$				
<b>DIA 9</b>					<b>DIA 9</b>					<b>DIA 9</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,339	0,249	0,192	0,182	R1	17,02%	75,78%	81,32%	82,30%	R1	1,28	4,84	10,41	15,80
R2	0,272	0,160	0,161	0,115	R2	23,54%	84,44%	84,34%	88,81%	R2	1,41	5,41	10,81	17,10
R3	0,143	0,179	0,095	0,064	R3	36,09%	82,59%	90,76%	93,77%	R3	1,66	5,29	11,66	18,08
SUMA	<b>0,754</b>	<b>0,588</b>	<b>0,448</b>	<b>0,361</b>	SUMA	<b>76,65%</b>	<b>242,81%</b>	<b>256,42%</b>	<b>264,88%</b>	SUMA	<b>4,35</b>	<b>15,54</b>	<b>32,88</b>	<b>50,98</b>
PROMEDIO	<b>0,251</b>	<b>0,196</b>	<b>0,149</b>	<b>0,120</b>	PROMEDIO	<b>25,55%</b>	<b>80,94%</b>	<b>85,47%</b>	<b>88,29%</b>	PROMEDIO	<b>1,45</b>	<b>5,18</b>	<b>10,96</b>	<b>16,99</b>
DESVIACIÓN	<b>0,1</b>	<b>0,047</b>	<b>0,05</b>	<b>0,059</b>	DESVIACIÓN	<b>9,69%</b>	<b>4,56%</b>	<b>4,82%</b>	<b>5,75%</b>	DESVIACIÓN	<b>0,19</b>	<b>0,30</b>	<b>0,64</b>	<b>1,14</b>
<b>DIA 12</b>					<b>DIA 12</b>					<b>DIA 12</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,316	0,197	0,184	0,126	R1	19,26%	80,84%	82,10%	87,74%	R1	1,32	5,17	10,51	16,89
R2	0,236	0,177	0,120	0,118	R2	27,04%	82,78%	88,33%	88,52%	R2	1,48	5,30	11,34	17,04
R3	0,085	0,170	0,108	0,082	R3	41,73%	83,46%	89,49%	92,02%	R3	1,77	5,35	11,49	17,74
SUMA	<b>0,637</b>	<b>0,544</b>	<b>0,412</b>	<b>0,326</b>	SUMA	<b>88,03%</b>	<b>247,08%</b>	<b>259,92%</b>	<b>268,28%</b>	SUMA	<b>4,57</b>	<b>15,82</b>	<b>33,34</b>	<b>51,67</b>
PROMEDIO	<b>0,212</b>	<b>0,181</b>	<b>0,137</b>	<b>0,109</b>	PROMEDIO	<b>29,34%</b>	<b>82,36%</b>	<b>86,64%</b>	<b>89,43%</b>	PROMEDIO	<b>1,52</b>	<b>5,27</b>	<b>11,11</b>	<b>17,22</b>
DESVIACIÓN	<b>0,117</b>	<b>0,014</b>	<b>0,041</b>	<b>0,023</b>	DESVIACIÓN	<b>11,41%</b>	<b>1,36%</b>	<b>3,97%</b>	<b>2,28%</b>	DESVIACIÓN	<b>0,23</b>	<b>0,09</b>	<b>0,53</b>	<b>0,45</b>
					<b>RESUMEN</b>					<b>RESUMEN</b>				
					Día	T0	T1	T2	T3	Día	T0	T1	T2	T3
					0	14,01%	69,13%	73,48%	76,52%	0	1,22	4,40	9,37	14,66
					3	20,17%	72,63%	76,59%	77,14%	3	1,34	4,63	9,78	14,78
					6	25,16%	80,45%	83,69%	85,86%	6	1,44	5,15	10,72	16,51
					9	25,55%	80,94%	85,47%	88,29%	9	1,45	5,18	10,96	16,99
					12	29,34%	82,36%	86,64%	89,43%	12	1,52	5,27	11,11	17,22

6. Datos y cálculos de la capacidad antioxidante

LECTURA DE DATOS					% equivalente de ácido gálico en el extracto					CONTENIDO DE POLIFENOLES				
										$y = 2,9358x - 0,9164$				
<b>DIA 0</b>					<b>DIA 0</b>					<b>DIA 0</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	2,322	1,998	1,593	1,498	R1	0,11%	2,10%	3,20%	4,44%	R1	0,56	10,52	15,99	22,20
R2	2,297	1,979	1,578	1,483	R2	0,12%	2,08%	3,16%	4,38%	R2	0,58	10,40	15,80	21,92
R3	2,288	1,926	1,569	1,474	R3	0,12%	2,01%	3,14%	4,35%	R3	0,58	10,07	15,69	21,76
SUMA	6,907	5,903	4,740	4,455	SUMA	0,34%	6,20%	9,50%	13,18%	SUMA	1,72	30,99	47,48	65,88
PROMEDIO	2,302	1,968	1,580	1,485	PROMEDIO	0,11%	2,07%	3,17%	4,39%	PROMEDIO	0,57	10,33	15,83	21,96
DESVIACIÓN	0,018	0,037	0,012	0,012	DESVIACIÓN	0,00%	0,05%	0,03%	0,04%	DESVIACIÓN	0,01	0,23	0,15	0,22
<b>DIA 3</b>					<b>DIA 3</b>					<b>DIA 3</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	1,221	1,198	1,022	0,910	R1	0,05%	1,11%	1,77%	2,24%	R1	0,25	5,53	8,86	11,19
R2	1,198	1,183	1,007	0,895	R2	0,05%	1,09%	1,73%	2,18%	R2	0,26	5,44	8,67	10,91
R3	1,187	1,174	0,998	0,886	R3	0,05%	1,08%	1,71%	2,15%	R3	0,26	5,38	8,56	10,75
SUMA	3,606	3,555	3,027	2,691	SUMA	0,15%	3,27%	5,22%	6,57%	SUMA	0,77	16,35	26,09	32,85
PROMEDIO	1,202	1,185	1,009	0,897	PROMEDIO	0,05%	1,09%	1,74%	2,19%	PROMEDIO	0,26	5,45	8,70	10,95
DESVIACIÓN	0,017	0,012	0,012	0,012	DESVIACIÓN	0,00%	0,02%	0,03%	0,04%	DESVIACIÓN	0,01	0,08	0,15	0,22
<b>DIA 6</b>					<b>DIA 6</b>					<b>DIA 6</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,872	0,828	0,746	0,709	R1	0,03%	0,64%	1,08%	1,49%	R1	0,15	3,22	5,42	7,43
R2	0,840	0,813	0,731	0,694	R2	0,03%	0,63%	1,05%	1,43%	R2	0,15	3,13	5,23	7,15
R3	0,801	0,804	0,722	0,685	R3	0,03%	0,61%	1,02%	1,40%	R3	0,14	3,07	5,12	6,98
SUMA	2,513	2,445	2,199	2,088	SUMA	0,09%	1,88%	3,15%	4,31%	SUMA	0,44	9,42	15,77	21,56
PROMEDIO	0,838	0,815	0,733	0,696	PROMEDIO	0,03%	0,63%	1,05%	1,44%	PROMEDIO	0,15	3,14	5,26	7,19
DESVIACIÓN	0,036	0,012	0,012	0,012	DESVIACIÓN	0,00%	0,02%	0,03%	0,05%	DESVIACIÓN	0,01	0,08	0,15	0,23

LECTURA DE DATOS					% equivalente de ácido gálico en el extracto					CONTENIDO DE POLIFENOLES				
										$y = 2,9358x - 0,9164$				
<b>DIA 9</b>					<b>DIA 9</b>					<b>DIA 9</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,739	0,673	0,544	0,464	R1	0,02%	0,45%	0,58%	0,57%	R1	0,12	2,25	2,89	2,84
R2	0,725	0,658	0,529	0,449	R2	0,02%	0,43%	0,54%	0,51%	R2	0,12	2,16	2,71	2,56
R3	0,708	0,649	0,520	0,440	R3	0,02%	0,42%	0,52%	0,48%	R3	0,12	2,10	2,59	2,39
SUMA	<b>2,172</b>	<b>1,980</b>	<b>1,593</b>	<b>1,353</b>	SUMA	<b>0,07%</b>	<b>1,30%</b>	<b>1,64%</b>	<b>1,56%</b>	SUMA	<b>0,36</b>	<b>6,51</b>	<b>8,19</b>	<b>7,79</b>
PROMEDIO	<b>0,724</b>	<b>0,660</b>	<b>0,531</b>	<b>0,451</b>	PROMEDIO	<b>0,02%</b>	<b>0,43%</b>	<b>0,55%</b>	<b>0,52%</b>	PROMEDIO	<b>0,12</b>	<b>2,17</b>	<b>2,73</b>	<b>2,60</b>
DESVIACIÓN	<b>0,016</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	DESVIACIÓN	<b>0,00%</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,05%</b>	DESVIACIÓN	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,23</b>
<b>DIA 12</b>					<b>DIA 12</b>					<b>DIA 12</b>				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
R1	0,831	0,670	0,532	0,450	R1	0,03%	0,45%	0,55%	0,52%	R1	0,14	2,23	2,74	2,58
R2	0,824	0,655	0,517	0,435	R2	0,03%	0,43%	0,51%	0,46%	R2	0,15	2,14	2,56	2,30
R3	0,819	0,646	0,508	0,426	R3	0,03%	0,42%	0,49%	0,43%	R3	0,15	2,08	2,44	2,13
SUMA	<b>2,474</b>	<b>1,971</b>	<b>1,557</b>	<b>1,311</b>	SUMA	<b>0,09%</b>	<b>1,29%</b>	<b>1,55%</b>	<b>1,40%</b>	SUMA	<b>0,44</b>	<b>6,45</b>	<b>7,74</b>	<b>7,01</b>
PROMEDIO	<b>0,825</b>	<b>0,657</b>	<b>0,519</b>	<b>0,437</b>	PROMEDIO	<b>0,03%</b>	<b>0,43%</b>	<b>0,52%</b>	<b>0,47%</b>	PROMEDIO	<b>0,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,58</b>	<b>2,34</b>
DESVIACIÓN	<b>0,006</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	<b>0,012</b>	DESVIACIÓN	<b>0,00%</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,05%</b>	DESVIACIÓN	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,23</b>
<b>RESUMEN</b>					<b>RESUMEN</b>					<b>RESUMEN</b>				
Día	T0	T1	T2	T3	Día	T0	T1	T2	T3	Día	T0	T1	T2	T3
0	0,11%	2,07%	3,17%	4,39%	0	0,57	10,33	15,83	21,96	0	0,57	10,33	15,83	21,96
3	0,05%	1,09%	1,74%	2,19%	3	0,26	5,45	8,70	10,95	3	0,26	5,45	8,70	10,95
6	0,03%	0,63%	1,05%	1,44%	6	0,15	3,14	5,26	7,19	6	0,15	3,14	5,26	7,19
9	0,02%	0,43%	0,55%	0,52%	9	0,12	2,17	2,73	2,60	9	0,12	2,17	2,73	2,60
12	0,03%	0,43%	0,52%	0,47%	12	0,15	2,15	2,58	2,34	12	0,15	2,15	2,58	2,34

## 7. Descriptivos de la capacidad antioxidante

<b>Descriptivos del contenido de compuestos fenólicos</b>				
<b>Tratamiento</b>		<b>Estadístico</b>	<b>Desv.</b>	
<b>T0</b>	Media	0,2500	0,08349	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	0,0182 0,4818	
	Media recortada al 5%	0,2394		
	Mediana	0,1500		
	Varianza	0,035		
	Desv. Desviación	0,18668		
	Mínimo	0,12		
	Máximo	0,57		
	Rango	0,45		
	Rango intercuartil	0,28		
	Asimetría	1,830	0,913	
	Curtosis	3,292	2,000	
	<b>T1</b>	Media	4,6480	1,54245
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	0,3655 8,9305	
Media recortada al 5%		4,4711		
Mediana		3,1400		
Varianza		11,896		
Desv. Desviación		3,44902		
Mínimo		2,15		
Máximo		10,33		
Rango		8,18		
Rango intercuartil		5,73		
Asimetría		1,521	0,913	
Curtosis		1,934	2,000	
<b>T2</b>		Media	7,0200	2,46631
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	0,1724 13,8676	
	Media recortada al 5%	6,7772		
	Mediana	5,2600		
	Varianza	30,413		
	Desv. Desviación	5,51484		
	Mínimo	2,58		
	Máximo	15,83		
	Rango	13,25		
	Rango intercuartil	9,61		
	Asimetría	1,283	0,913	
	Curtosis	1,148	2,000	
	<b>T3</b>	Media	9,0080	3,60802
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	-1,0095 19,0255	
Media recortada al 5%		8,6589		
Mediana		7,1900		
Varianza		65,089		
Desv. Desviación		8,06777		
Mínimo		2,34		
Máximo		21,96		
Rango		19,62		
Rango intercuartil		13,99		
Asimetría		1,281	0,913	
Curtosis		1,391	2,000	

## 8. Descriptivos de la capacidad antioxidante

Descriptivos de la capacidad antioxidante				
Tratamiento		Estadístico	Desv. Error	
T0	Media	1,3940	0,05212	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 1,2493		
		Límite superior 1,5387		
	Media recortada al 5%	1,3967		
	Mediana	1,4400		
	Varianza	0,014		
	Desv. Desviación	0,11653		
	Mínimo	1,22		
	Máximo	1,52		
	Rango	0,30		
	Rango intercuartil	0,21		
	Asimetría	-0,830		0,913
	Curtosis	0,076		2,000
	T1	Media		29,5440
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior 26,6589		
		Límite superior 32,4291		
Media recortada al 5%		29,6039		
Mediana		30,8700		
Varianza		5,399		
Desv. Desviación		2,32359		
Mínimo		26,38		
Máximo		31,63		
Rango		5,25		
Rango intercuartil		4,28		
Asimetría		-0,740	0,913	
Curtosis		-2,101	2,000	
T2		Media	62,3280	2,06359
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 56,5986		
		Límite superior 68,0574		
	Media recortada al 5%	62,4267		
	Mediana	64,3300		
	Varianza	21,292		
	Desv. Desviación	4,61432		
	Mínimo	56,21		
	Máximo	66,67		
	Rango	10,46		
	Rango intercuartil	8,76		
	Asimetría	-0,626	0,913	
	Curtosis	-2,256	2,000	
	T3	Media	96,2040	
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior 87,0554		
		Límite superior 105,3526		
Media recortada al 5%		96,2667		
Mediana		99,0800		
Varianza		54,288		
Desv. Desviación		7,36805		
Mínimo		87,95		
Máximo		103,33		
Rango		15,38		
Rango intercuartil		14,34		
Asimetría		-0,427	0,913	
Curtosis		-3,077	2,000	

## 9. ANOVA para la capacidad antioxidante

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Capacidad antioxidante

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	621,999 <sup>a</sup>	7	88,857	372,612	4,55E-13
Intersección	1339,885	1	1339,885	5618,651	2,12E-17
Tratamiento	615,837	3	205,279	860,814	2,87E-14
Día	6,162	4	1,541	6,460	5,18E-03
Error	2,862	12	0,238		
Total	1964,745	20			
Total corregido	624,861	19			

a. R al cuadrado = ,995 (R al cuadrado ajustada = ,993)

## 10. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la capacidad antioxidante

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Capacidad antioxidante

HSD Tukey

(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al Límite inferior	Límite superior
T0	T1	-3,5320*	0,30885	4,35E-07	-4,4489	-2,6151
	T2	-8,9940*	0,30885	1,00E-11	-9,9109	-8,0771
	T3	-14,6380*	0,30885	1,29E-12	-15,5549	-13,7211
T1	T0	3,5320*	0,30885	4,35E-07	2,6151	4,4489
	T2	-5,4620*	0,30885	3,11E-09	-6,3789	-4,5451
	T3	-11,1060*	0,30885	1,89E-12	-12,0229	-10,1891
T2	T0	8,9940*	0,30885	1,00E-11	8,0771	9,9109
	T1	5,4620*	0,30885	3,11E-09	4,5451	6,3789
	T3	-5,6440*	0,30885	2,13E-09	-6,5609	-4,7271
T3	T0	14,6380*	0,30885	1,29E-12	13,7211	15,5549
	T1	11,1060*	0,30885	1,89E-12	10,1891	12,0229
	T2	5,6440*	0,30885	2,13E-09	4,7271	6,5609

Se basa en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

**11. Prueba de subconjuntos de Tukey para la capacidad antioxidante**

**Sub conjuntos homogéneos**

Variable: Capacidad antioxidante

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T0	5	1,3940			
T1	5		4,9260		
T2	5			10,3880	
T3	5				16,0320
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0,05.

## 12. ANOVA para el contenido de compuestos fenólicos totales

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Compuestos fenólicos totales

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	508,657 <sup>a</sup>	7	72,665	6,500	2,52E-03
Intersección	547,372	1	547,372	48,961	1,44E-05
Tratamiento	213,082	3	71,027	6,353	7,97E-03
Día	295,575	4	73,894	6,610	4,75E-03
Error	134,157	12	11,180		
Total	1190,186	20			
Total corregido	642,814	19			

a. R al cuadrado = ,791 (R al cuadrado ajustada = ,670)

## 13. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los compuestos fenólicos totales

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Compuestos fenólicos totales

HSD Tukey

(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al Límite inferior	Límite superior
T0	T1	-4,398	2,11469	2,14E-01	-10,6763	1,8803
	T2	-6,7700 <sup>*</sup>	2,11469	3,34E-02	-13,0483	-0,4917
	T3	-8,7580 <sup>*</sup>	2,11469	6,47E-03	-15,0363	-2,4797
T1	T0	4,398	2,11469	2,14E-01	-1,8803	10,6763
	T2	-2,372	2,11469	6,84E-01	-8,6503	3,9063
	T3	-4,36	2,11469	2,20E-01	-10,6383	1,9183
T2	T0	6,7700 <sup>*</sup>	2,11469	3,34E-02	0,4917	13,0483
	T1	2,372	2,11469	6,84E-01	-3,9063	8,6503
	T3	-1,988	2,11469	7,84E-01	-8,2663	4,2903
T3	T0	8,7580 <sup>*</sup>	2,11469	6,47E-03	2,4797	15,0363
	T1	4,36	2,11469	2,20E-01	-1,9183	10,6383
	T2	1,988	2,11469	7,84E-01	-4,2903	8,2663

Se basa en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

#### 14. Prueba de subconjuntos de Tukey para los compuestos fenólicos totales

##### Sub conjuntos homogéneos

Contenido de polifenoles

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
T0	5	0,250	
T1	5	4,648	4,648
T2	5		7,020
T3	5		9,008
Sig.		0,214	0,220

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0,05.

15. Resultado de los datos de la aceptabilidad sensorial

ATRIBUTO COLOR				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
P1	4	5	4	5
P2	4	5	4	5
P3	5	4	3	2
P4	5	2	3	4
P5	4	3	4	3
P6	3	4	5	4
P7	4	4	4	5
P8	5	2	3	5
P9	5	4	4	5
P10	3	4	4	4
P11	4	3	3	4
P12	3	3	4	4
P13	4	4	3	5
P14	4	3	3	5
P15	3	2	2	3
P16	4	3	4	3
P17	4	4	2	3
P18	4	3	4	4
P19	4	3	4	4
P20	5	5	5	5
P21	3	4	4	5
P22	3	3	4	4
P23	4	3	4	4
P24	5	3	4	5
P25	4	3	2	3
P26	3	2	4	4
P27	2	2	3	4
P28	4	4	4	5
P29	4	3	4	3
P30	4	2	4	5
SUMA	117	99	109	124
PROMEDIO	3,90	3,30	3,63	4,13
DESVIACIÓN	0,76	0,92	0,76	0,86

ATRIBUTO OLOR				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
P1	3	5	4	5
P2	3	5	4	5
P3	4	3	3	3
P4	3	3	3	3
P5	4	4	3	3
P6	4	4	4	4
P7	5	4	4	4
P8	4	4	4	4
P9	4	4	4	5
P10	3	4	4	4
P11	3	3	3	4
P12	5	4	4	4
P13	3	3	3	4
P14	5	4	3	4
P15	4	3	3	2
P16	4	3	4	3
P17	4	4	3	3
P18	4	3	4	3
P19	3	4	3	4
P20	4	5	5	5
P21	3	3	3	3
P22	3	3	3	3
P23	3	3	3	3
P24	4	4	4	4
P25	4	5	2	2
P26	2	3	3	4
P27	2	3	4	4
P28	4	4	4	5
P29	4	3	4	3
P30	3	3	4	4
SUMA	108	110	106	111
PROMEDIO	3,60	3,67	3,53	3,70
DESVIACIÓN	0,77	0,71	0,63	0,84

ATRIBUTO SABOR				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
P1	3	3	5	5
P2	3	3	5	5
P3	4	4	4	3
P4	5	3	4	3
P5	4	3	4	3
P6	4	3	3	5
P7	5	5	5	4
P8	4	4	4	5
P9	4	5	4	5
P10	4	3	5	3
P11	4	3	4	3
P12	4	5	2	4
P13	4	4	3	5
P14	4	4	5	5
P15	2	3	2	2
P16	4	3	3	3
P17	4	3	3	4
P18	3	4	4	2
P19	4	3	3	3
P20	5	5	5	5
P21	3	4	5	5
P22	4	3	3	4
P23	3	3	4	3
P24	5	4	4	4
P25	4	4	1	3
P26	3	3	5	4
P27	3	2	4	5
P28	5	4	5	5
P29	5	4	3	3
P30	4	3	5	5
SUMA	117	107	116	118
PROMEDIO	3,90	3,57	3,87	3,93
DESVIACIÓN	0,76	0,77	1,07	1,01

ATRIBUTO APARIENCIA/TEXTURA				
Panelista	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
P1	3	4	5	5
P2	3	4	5	5
P3	3	4	3	3
P4	3	4	4	4
P5	4	3	3	3
P6	4	3	3	4
P7	5	4	5	4
P8	5	5	5	5
P9	4	5	4	4
P10	4	3	4	3
P11	4	4	4	4
P12	4	4	3	4
P13	4	5	4	5
P14	4	5	4	4
P15	4	4	4	3
P16	4	4	4	4
P17	3	3	4	4
P18	4	4	3	3
P19	4	3	4	3
P20	5	5	5	5
P21	3	4	4	4
P22	3	3	3	4
P23	3	3	3	3
P24	3	4	3	5
P25	4	5	1	4
P26	3	3	4	4
P27	3	2	4	5
P28	4	3	4	4
P29	5	4	3	4
P30	4	3	4	4
SUMA	113	114	113	120
PROMEDIO	3,77	3,80	3,77	4,00
DESVIACIÓN	0,68	0,81	0,86	0,69

**16. Panel fotográfico**  
a) OBTENCIÓN DE ANTOCIANINA



RECOLECCIÓN DE MUESTRA



PESADO DE MUESTRA



EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINA



ENVASADO DE ANTOCIANINA

b) ELABORACION DE YOGURT



PASTEURIZACIÓN DE LA  
LECHE



INOCULADO DEL CULTIVO



BATIDO



MEDICIÓN DE  
ANTOCIANINA



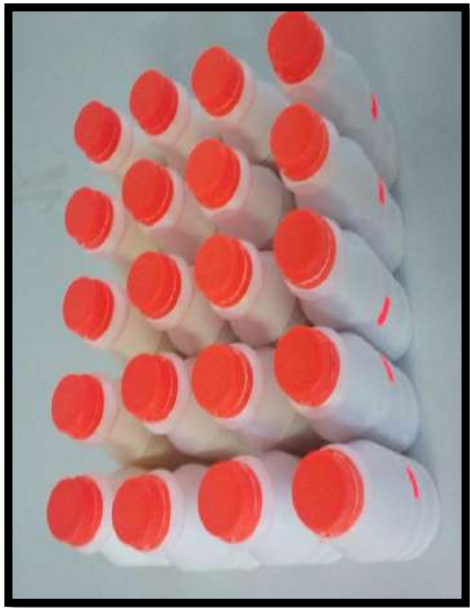
ADICIÓN DE ANTOCIANINA  
EN EL YOGURT



ESTERILIZACIÓN DE  
ENVASES



ENVADO DE YOGURT CON  
ANTOCIANINA



PRODUCTO TERMINADO

c) CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



DPPH, LIBRE DE RADICAL



PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE DPPH



LECTURA ESPECTROFOTOMETRIA

d) COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES



REACTIVO FOLIN-CIOCALTEU



MEZCLA DE REACTIVO Y MUESTRA



REPOSO



LECTURA EN ESPECTROFOTOMETRIA



FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DEL YOGURT CON ADICIÓN DE FRAMBUESA SILVESTRE (*Rubus roseus Poir*)

Panelista:

Fecha:

Firma:

- Deguste y califique sus atributos: color, olor, sabor y textura.
- Enjuagase la boca antes de pasar y evaluar la siguiente muestra.
- Coloque el número que corresponde en cada atributo según la escala hedónica presentado.

Calificación:

ESCALA	
Me satisface mucho	5
Me satisface	4
Me satisface ligeramente	3
Me insatisface ligeramente	2
Me insatisface mucho	1

ATRIBUTO	TRATAMIENTO PATRON
COLOR	
OLOR	
SABOR	
TEXTURA	

ATRIBUTO	TRATAMIENTO 1
COLOR	
OLOR	
SABOR	
TEXTURA	

ATRIBUTO	TRATAMIENTO 2
COLOR	
OLOR	
SABOR	
TEXTURA	

ATRIBUTO	TRATAMIENTO 3
COLOR	
OLOR	
SABOR	
TEXTURA	

OBSERVACION.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



# CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981  
Http://www.uncp.edu.pe

## INFORME DE ENSAYO N° 0243 - LCC - UNCP - 2019

SOLICITANTE : SANTOS TORRES ROBERTO CARLOS / VENTURA PAYANO PAULA INÉS  
 DIRECCIÓN : JUNÍN.  
 EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:  
 PRODUCTO : YOGURT  
 ENVASE : BOTELLA PET x 300 mL.  
 TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 13/05/19  
 FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 17/05/19  
 SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0243 - 2019  
 TÍTULO DE LA TESIS : "DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES YOGURT CON ADICIÓN DE FRAMBRUESA SILVESTRE (Rubus roseuspoir)

### RESULTADOS:

#### 1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	77.02
GRASA (%)	2.40
PROTEÍNA (%)	1.39
CENIZA (%)	0.60
CARBOHIDRATOS (%)	18.59

#### 2. ANÁLISIS FÍSICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
pH	3.95
Acidez (g/100mL) expresado en ácido láctico	0.49

#### MÉTODO DE ENSAYO

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| 1. HUMEDAD       | : REF. NTP N° 205.002:1979 |
| 2. GRASA         | : REF. NTP N° 205.006:1980 |
| 3. PROTEÍNA      | : AOAC, 1990               |
| 4. CENIZA        | : REF. NTP N° 205.004:1979 |
| 5. FIBRA         | : REF. NTP N° 205.003:1980 |
| 6. CARBOHIDRATOS | : POR DIFERENCIA           |

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.  
 LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

#### ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 17 DE MAYO DEL 2019.



Página 1/1