UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

"EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SIRACA (*Rubus robustus*) Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL YOGURT FRUTADO"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. Yessica Margot GUTIERREZ QUILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por la Ley N° - 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL

En la Ciudad Universitaria de "Común Era" de la Facultad de Ciencias Agrarias, se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo enlace meet.google.com/aey-pdro-dzh. El 8 de setiembre de 2021 a horas 10:00 am, donde se reunieron; el jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : **Mtro. Alfonso RUIZ RODRÍGUEZ**
Secretario : **Mtro. Denis Dante CORILLA FLORES**
Vocal : **Mtro. Franklin ORE ARECHE**

Designados por Resolución **N° 075–2020-D-FCA-UNH,** del proyecto de investigación titulado **"EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SIRACA (*Rubus robustus)* Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL YOGURT FRUTADO".**

Cuyo Autor es : **Bach. Yessica Margot GUTIERREZ QUILCA**
Asesorado por : **M.Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del proyecto de investigación antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado.

APROBADO [X] **MAYORÍA**

DESAPROBADO [ ]

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

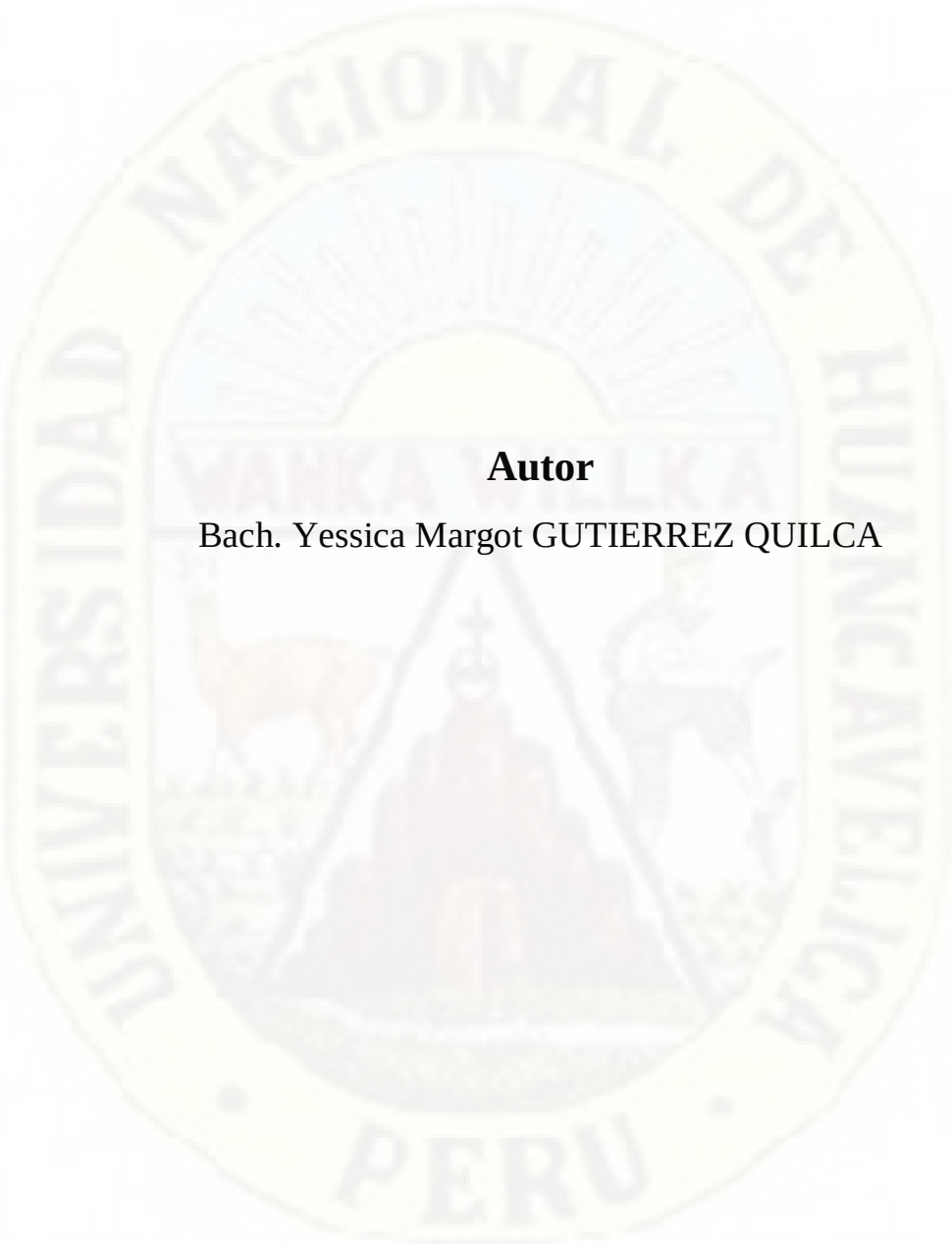
Mtro. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ
Presidente

Mtro. Denis Dante CORILLA FLORES
Secretario

Mtro. Franklin ORE ARECHE
Vocal

Título

"EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SIRACA (*Rubus robustus*) Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL YOGURT FRUTADO"



Autor

Bach. Yessica Margot GUTIERREZ QUILCA

Asesor

M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA

Agradecimiento

Expreso mi especial agradecimiento a la Universidad Nacional de Huancavelica, en cuyas aulas guardo mis más gratos recuerdos y fue testigo de mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes con su conocimientos, enseñanzas y motivación fueron la base fundamental en mi vida profesional.

A mi asesor M. Sc. Roberto Carlos Chuquilín Goicochea, quien con su tiempo y guía colaboró para la culminación de este proyecto.

A mi madre Valentina Quilca Riveros y mi hermana Rosalinda Gutierrez Quilca y demás familiares, amigas y personas que desinteresadamente me apoyaron para culminar el presente trabajo de investigación, a todos ellos mi agradecimiento sincero y profundo.

Yessica Margot Gutierrez Quilca

Tabla de contenidos: Índice

Título iii
Autor iv
Asesor v
Agradecimiento vi
Tabla de contenidos: Índice vii
Tabla de contenidos: Tablas ix
Tabla de contenidos: Figuras x
Resumen xi
Abstract xii
Introducción xiii
CAPÍTULO I 14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14
1.1. Descripción del problema 14
1.2. Formulación del problema 15
1.3. Objetivos 15
1.3.1. Objetivo General 15
1.3.2. Objetivos Específicos 15
1.4. Justificación 15
CAPÍTULO II 17
MARCO TEÓRICO 17
2.1. Antecedentes 17
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación 20
2.3. Bases conceptuales 27
2.4. Hipótesis 32
2.5. Operacionalización de variables 32
CAPÍTULO III 33
MATERIALES Y MÉTODOS 33
3.1. Ámbito temporal y espacial 33
3.1.1. Ubicación del campo de estudio 33
3.1.2. Ubicación política 33

3.1.3. Situación geográfica 33
3.2. Tipo de Investigación 33
3.3. Nivel de Investigación 33
3.4. Población, muestra y muestreo 34
3.4.1. Población 34
3.4.2. Muestra 34
3.4.3. Muestreo 34
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 34
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 44
CAPÍTULO IV 45
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 45
4.1. Codificación de muestras 45
4.2. Resultados de pH 45
4.3. Resultados de acidez 48
4.4. Resultados de capacidad antioxidante 50
4.5. Evaluación sensorial 53
CONCLUSIONES 60
RECOMENDACIONES 61
Referencias bibliográficas 62
Apéndice 66

Tabla de contenidos: Tablas

Tabla 1: Requisitos fisicoquímicos del yogurt 21
Tabla 2: Composición nutricional de siraca *(Rubus robustus)* con respecto a otros frutos de la misma familia. 28
Tabla 3: Valor nutricional de la leche y el yogurt (unidad por 100 g)..... 31
Tabla 4: Definición operativa e Indicador..... 32
Tabla 5: Concentración de las muestras de yogurt frutado 42
Tabla 6: Escala hedónica del atributo color, sabor y dulzor..... 43
Tabla 7: Tratamientos codificados..... 45
Tabla 8: Resultados de pH del yogurt frutado..... 46
Tabla 9: Análisis de varianza de pH 47
Tabla 10: Resultados de la acidez del yogurt frutado 48
Tabla 11: Análisis de varianza de acidez 49
Tabla 12: Resultados de las EC50 de las muestras de yogurt frutado 51
Tabla 13: Análisis de varianza de capacidad antioxidante..... 52
Tabla 14: Resultados de la prueba de Friedman del atributo Color..... 56
Tabla 15: Resultados de la prueba de Friedman del atributo Sabor. 57
Tabla 16: Resultados de la prueba de Friedman del atributo Dulzor..... 58

Tabla de contenidos: Figuras

Figura 1: Diagrama de flujo del yogurt 20
Figura 2: Estructuras correspondientes a los antioxidantes secundarios. 23
Figura 3: Acción antioxidante del radical DPPH 25
Figura 4: Descripción fotográfica del fruto de siraca. 27
Figura 5: Diseño experimental 35
Figura 6: Diagrama de flujo de obtención de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus*) 38
Figura 7: Diagrama de flujo de obtención de yogurt frutado 39
Figura 8: Grado de aceptación del atributo sabor 53
Figura 9: Grado de aceptación del atributo color 54
Figura 10: Grado de aceptación del atributo Dulzor 55
Figura 11: Diagrama de caja del atributo color 56
Figura 12: Diagrama de caja del atributo sabor 57
Figura 13: Diagrama de caja del atributo sabor 59

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de la pulpa de siraca (*Rubus robustus)* a 15% y 30 % (p/v) y tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas y antioxidante del yogurt. Las muestras se almacenaron a 4°C durante 20 días, tiempo durante el cual se evaluaron cada 4 días el pH, acidez y la capacidad antioxidante. Los resultados indicaron que los yogures fortificados con siraca (*Rubus robustus)* al 15% y 30% provocaron una disminución en los valores de pH (4,36 a 4,01 y 4,19 a 3,75) respectivamente en los tratamientos mencionados y un incremento en la acidez (0,62 % a 0,86 % y 0,74 % a 1,34 % expresado en ácido láctico) a lo largo del tiempo de almacenamiento. Además, se observó que los yogures preparados con pulpa de fruta de siraca (*Rubus robustus)* mostraron una mayor actividad antioxidante en el día 4 obteniendo el máximo valor de 4,81 mg trolox/mL de muestra de yogurt correspondiente al tratamiento de 15 % y en el día 12 el tratamiento de 30% mostró el máximo valor de 4,88 mg trolox/mL, los resultados se expresaron como valores TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant) y luego mostraron un descenso ambos tratamientos. Así mismo, Los resultados de la evaluación sensorial mostraron que el yogurt que contenía pulpa de fruta de siraca (*Rubus robustus)* al 15% tuvo mejores puntuaciones sensoriales siendo la más aceptable que el tratamiento de 30%. Por lo tanto, estos resultados demostraron que la siraca (*Rubus robustus)* se puede utilizar para producir yogurt frutado con propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales mejoradas.

Palabras claves: yogurt, antioxidantes, frutas, fisicoquímicos.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effects of siraca pulp (Rubus robustus) at 15% and 30% (p/v) and storage time on the physicochemical and antioxidant properties of yogurt. The samples were stored at 4 ° C for 20 days, during which time the pH, acidity and antioxidant capacity were evaluated every 4 days. The results indicated that the yoghurts fortified with siraca (Rubus robustus) at 15% and 30% caused a decrease in the pH values (4.36 to 4.01 and 4.19 to 3.75) respectively in the mentioned treatments and an increase in acidity (0.62% to 0.86% and 0.74% to 1.34% expressed as lactic acid) throughout the storage time. In addition, it was observed that yogurts prepared with siraca fruit pulp (Rubus robustus) showed greater antioxidant activity on day 4, obtaining the maximum value of 4.81 mg trolox / mL of yogurt sample corresponding to the 15% treatment and on day 12, the 30% treatment showed the maximum value of 4.88 mg trolox / mL, the results were expressed as TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant) values and then both treatments showed a decrease. Likewise, the results of the sensory evaluation showed that the yogurt containing 15% siraca fruit pulp (Rubus robustus) had better sensory scores, being the most acceptable than the 30% treatment. Therefore, these results demonstrated that siraca (Rubus robustus) can be used to produce fruity yogurt with improved physicochemical, antioxidant and sensory properties.

Keywords: yogurt, antioxidants, fruits, physicochemical.

Introducción

Actualmente la región de Huancavelica es considerada como una "región orgánica" por su inmensa riqueza natural por lo que es relevante el desarrollo de alimentos orgánicos debido a que en la última década la preocupación por una buena alimentación y la gran demanda de productos para una dieta más saludable; ha generado la búsqueda de alimentos que contengan una fuente rica de fibras, antioxidantes y compuestos bioactivos, en este caso la producción de yogures fortificados con frutas silvestres representa una gran oportunidad para el desarrollo productivo y económico de Huancavelica.

El yogurt es un producto lácteo obtenido mediante la fermentación de la lactosa que se realiza por la acción de ciertas bacterias o microorganismos (*Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus)*, que no solo son responsables de la fermentación, sino que son abundantes en el producto final que proveen beneficios a la salud (Cruz, 2006). Sin embargo, no se considera una fuente de fibras dietéticas por lo tanto es interesante investigar los ingredientes de valor agregado, como las fibras prebióticas que se encuentran en las frutas para atraer a los consumidores al consumo de productos lácteos (Karnopp *et al*., 2017).

En los últimos años diversos investigadores han estudiado sobre los compuestos bioactivos como antioxidantes de las frutas para la incorporación en los alimentos. Debido a que tienen el objetivo de saborizar el producto y otorgarle propiedades funcionales, pues se sabe que las frutas se caracterizan por aportar fibra, bajo contenido de grasa y compuestos polifenólicos que actúan como antioxidantes que se han relacionado con efectos beneficiosos para la salud.

La siraca, la frambuesa y zarzamora juntamente con la fresa pertenecen al grupo de los llamados berries siendo sus principales compuestos fenólicos las antocianinas (Farfán Davalos, 2011); estos compuestos naturales de la siraca le proporciona mejores propiedades sensoriales, nutricionales y antioxidantes en comparación con los aditivos sintéticos en yogurt. Son frutas silvestres comunes en la Provincia de Tayacaja, aunque son novedosas muestran el potencial para aplicaciones alimentarias. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del yogurt frutado con siraca.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Los frutos de siraca (*Rubus robustus)*, es una especie originaria de la Región Huancavelica. Actualmente, no son aprovechados en la industria alimentaria, solo tienen uso artesanal para dar color a refrescos o a menudo son consumidos directamente. Por otro lado, la producción industrial de productos lácteos ha aumentado exponencialmente generando una gran demanda en su consumo (Inostroza *et al*. 2015). El yogurt es conocido por sus atributos que promueven la salud, como la mejora de la absorción de la lactosa, la actividad antimicrobiana, la mejora de digestibilidad de proteínas y la estimulación del sistema inmune. Sin embargo, el yogurt es generalmente pobre en algunos compuestos como los polifenoles y los antioxidantes naturales. Por lo tanto, el conocimiento y revalorización agroindustrial de esta fruta silvestre permitirá elevar su valor agregado generando la ingesta de una bebida láctea con propiedades funcionales, nutricionales conveniente para satisfacer el interés del consumidor en los nutrientes originales del yogurt; ya que las frutas se consideran una excelente fuente de antioxidantes, fibras y polifenoles *(*Fernandez y Marette., 2017*)*. Los antioxidantes juegan un papel muy importante en la prevención de enfermedades porque pueden interactuar con especies reactivas de oxígeno y reducir sus efectos dañinos (Inostroza *et al.* 2015).

Con el presente estudio de investigación se desea obtener un producto lácteo preparado a dos concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* con el que se pretende otorgar mayor valor nutricional y aportar beneficios para la salud de los consumidores. En función a esta situación, la ejecución del presente estudio se orientó hacia la evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante de yogurt frutado?

1.2.2. Problema especifico

- ¿Cuál es el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* y tiempo de almacenamiento en el pH y la acidez del yogurt frutado?
- ¿Cuál es el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* y el tiempo de almacenamiento en capacidad antioxidante del yogurt frutado?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* y tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas, capacidad antioxidante del yogurt frutado.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de concentración de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en el pH y acidez del yogurt frutado.
- Evaluar el efecto de concentración de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en la capacidad antioxidante del yogurt frutado.
- Evaluar el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus*) en las características sensoriales del yogurt frutado para determinar el análisis químico proximal.
- Determinar el tiempo de vida útil del yogurt frutado

1.4. Justificación

El valor teórico de este estudio se fundamenta en el desconocimiento de las propiedades antioxidantes, tecnológicos y nutricionales de las frutas silvestres como la siraca (*Rubus robustus)* que poseen el potencial de ser aprovechadas como materia prima en la utilización agroindustrial en los diversos tipos

alimenticios como productos lácteos, colorantes, bebidas, etc. Por consiguiente, es interesante averiguar constantemente los ingredientes de valor agregado, como las fibras prebióticas para atraer a los consumidores al consumo de productos lácteos.

El valor práctico es aprovechar la utilización de los frutos de siraca (*Rubus robustus)* incorporado como ingrediente de elevado valor agregado en el yogurt para la producción de un producto lácteo con fuentes ricas en componentes bioactivos así como las antioxidantes convirtiéndose en una opción natural y saludable para las personas considerándose un alimento funcional con propiedades que impulsan la salud y previenen enfermedades, por ello esta investigación por medio de identificación de sus propiedades fisicoquímicas, capacidad antioxidante a dos concentraciones y diferentes tiempos de almacenamiento nos ayudará desarrollar nuevos conocimientos y su aplicación en los diversos productos alimentarios.

A si mismo este producto nutricional posibilita ligar al rubro de la industria láctea y agrícola debido a que el Distrito de Pampas, Provincia Tayacaja es una zona ganadera teniendo una producción de leche masiva es por esto que la causa relevante del presente estudio de investigación es identificar la existencia del potencial funcional que podría poseer la siraca *(Rubus robustus)* en la integración del yogurt y difundir las propiedades nutricionales a un segmento de consumidores que se viene aumentando todos los años.

El presente estudio de investigación no solamente contribuirá a aumentar el área orgánica de la región sino además incrementará el desarrollo productivo y económico de las sociedades de Huancavelica.

1.5.Limitaciones

- El trabajo en estudio se evaluó cada 4 días durante 20 días por lo que no se envió evaluar en otros laboratorios debido a la disposición de costos de los análisis.
- Los datos reportados del químico proximal son básicamente del tratamiento que obtuvo mayor aceptabilidad.
- Los resultados obtenidos se limitan al ámbito de estudio de investigación.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se encontraron estudios previos de investigación sobre el tema en estudio realizado a nivel local, nacional e internacional. Las mismas que a continuación se mencionan.

Jaster *et al*. (2018) estudiaron la actividad antioxidante y propiedades fisicoquímicas del yogur enriquecido con pulpa de fresa concentrada obtenida por concentración de congelación de bloque. Se aplicó el proceso de congelación en bloque para la pulpa de fresas y se usó para producir dos yogures con diferentes concentraciones de pulpa de fresa (15 % y 30 %). Se evaluó el recuento total de bacterias del ácido láctico, propiedades fisicoquímicas y reológicas durante 7 días de su almacenamiento para todos los yogures. Además, la incorporación de la pulpa de fresa crioconcentrada en el yogurt dio como resultado un producto con 3 veces más contenido de antocianinas y actividad antioxidante en comparación con las dos marcas comerciales. Se concluyó que el enriquecimiento de yogurt natural con pulpa crioconcentrada de fresa resultó ser eficaz en la producción de una bebida con mayores características nutricionales.

Senadeera *et al.* (2018) evaluaron los cambios sobre la propiedad fisicoquímica, antioxidante y sensorial del yogurt usando varias especies de Annona tales como la pulpa de guanábanas (*Annona muricata*), anonas (*Annona squamosa*) y chirimoyas (*Annona reticulata*). Los productos se almacenaron a 4 °C durante 28 días en el cual se avaluaron semanalmente las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes por el método DPPH y FRAP. Los yogures preparados con pulpas de fruta mostraron mayores resultados en la actividad antioxidante en el primer día de almacenamiento en comparación con el control. Así mismo, todos los tratamientos disminuyeron en sus valores de pH y aumentaron en la acidez titulable (TA) durante el almacenamiento para todos los tratamientos. Sin embargo, la caída en el pH y el aumento de (TA) fueron mayores para las muestras

que contenían la pulpa de fruta de anona en comparación con aquellos del yogurt de control. Por otro lado, las evaluaciones sensoriales mostraron que el yogurt que contenía la pulpa de guanábana tenía mejores puntuaciones sensoriales que otros tratamientos.

Kiros *et al.* (2016) evaluaron el efecto del jugo de zanahoria y el estabilizador sobre las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del yogurt. El jugo de zanahoria fue adicionado a (0, 10, 15 y 20 %) y el estabilizador de gelatina (0.5, 0.6 y 0.7%) (p / p, leche base) además, se analizó 12 muestras de yogur en un arreglo factorial de 3 × 4 que fueron investigado. Como resultado la adición de jugo de zanahoria aumentó el pH y la sinéresis de manera significativa, pero disminuyó la acidez titulable (TA). La TA fueron más altos que el mínimo recomendado de ácido láctico al 0.6%, respectivamente para el yogur. Sin embargo, los efectos del zumo de zanahoria y las adiciones de estabilizantes sobre el contenido fenólico total y el poder reductor férrico antioxidante fueron insignificantes ($p > 0.05$). La fortificación de yogur con frutas tiene un alto potencial para mejorar los nutrientes y los efectos del yogur que promueven la salud.

Muniandy *et al.* (2016) en su trabajo de investigaron estudiaron los efectos de incorporación con té verde, blanco y negro (*Camellia sinensis)* en la propiedad fisicoquímica y la actividad antioxidante utilizando el método DDPH del yogur probiótico durante 21 días de almacenamiento a 4 °C. Se agregaron tres tipos de extractos de agua de té a una mezcla de cultivo iniciador de leche y se incubaron a 42° C hasta llegar a 4,5 de pH. Se encontró como resultados valores de pH más altos ($p<0,05$) en los yogures de té que en el yogurt natural. Sin embargo, se observó que todos los yogures de té (0,78 % a 0,99 % equivalente a ácido láctico) tuvieron alta producción de ácido láctico. Así mismo, el yogurt de té negro mostró los valores más bajos de actividad de eliminación de DPPH. Además, la actividad antioxidante para todos los yogures de té se mantenía constantemente a lo largo del almacenamiento. En conclusión, el té verde, blanco y negro se puede emplear

con éxito para mejorar las propiedades antioxidantes del yogur y proporcionar antioxidantes sostenidos durante el almacenamiento.

Zapata *et al.* (2015) reportaron una investigación en la cual se estudió la influencia del periodo de almacenamiento en la característica fisicoquímica, prebiótica y antioxidante de yogur fortificado con mortiño *(Vaccinium meridionale Sw)*, elaborado a una concentración de 15 % y 20 % de almíbar de fruta durante 20 días. En las propiedades fisicoquímicas se evidenció una disminución del pH, un aumento de la acidez y descenso de las concentraciones de sacarosa. De la misma manera, los resultados demostraron existente el aumento de actividad antioxidante y antocianinas durante los primeros 8 – 12 días del almacenamiento y después se observó la disminución de estas. Concluyeron que este producto podría considerarse un compuesto nutracéutico.

Inostroza *et al.* (2015), han realizado un estudio sobre "la actividad antioxidante de la Mashua (*Tropaeolum tuberoson)* y la aplicación como un colorante de yogurt". Se evaluó la actividad antioxidante por el método DPPH y el método ABTS. Ambas muestras del yogurt han sido almacenadas a 4°C de refrigeración a lo largo de los 28 días, además, midieron el color y el valor de pH cada 4 días. Para la evaluación sensorial utilizaron las pruebas de aceptación ($p<0,05$). La actividad antioxidante que se obtuvo fue 15,8 ± 0,2 $\mu mol/g$ al aplicar la prueba DPPH y de 17,0 ± 0,2 con μmol/g al utilizar la prueba de ABTS. Se llegó a la conclusión que el pigmento extraído de la Mashua (*Tropeaeolum tuberoson)* contiene propiedades antioxidantes y pueden utilizarse como sustituto de colorante en la aplicación de los alimentos moderadamente ácidos como el yogurt.

2.2. Bases teóricas del tema de investigación

2.2.1. Descripción del proceso de elaboración del yogurt

En el siguiente diagrama se ilustra los procesos unitarios para la preparación del yogurt según (FAO, 2003):

Figura 1: Diagrama de flujo del yogurt (FAO, 2003)

Recepción de materia prima: la leche se someterá a unas pruebas de análisis fisicoquímica tales como pH, acidez, densidad y prueba de alcohol para constatar la calidad de materia prima que se utilizará. En seguida la materia prima de calidad se pesará, para saber la cantidad que entra en el proceso y se filtrará por medio de una tela de algodón con el fin de descartar cualquier cuerpo extraño (FAO, 2003).

Estandarización: la materia prima se estandarizará añadiendo la leche descremada en polvo al 3% con la finalidad de incrementar el sólido total y darle al yogurt una consistencia final (FAO, 2003).

Pasteurización: la leche estandarizada se pasteurizará a una temperatura de 85 °C por diez minutos (FAO, 2003).

Enfriamiento: luego del procedimiento térmico la leche se deberá enfriar hasta llegar a la temperatura de 43 °C a fin de añadir los cultivos lácticos y puedan desarrollarse las bacterias fermentadoras con total normalidad (FAO, 2003).

Inoculación: se agregará un 2 % (p/v) de cultivo láctico.

I**ncubación:** se llevará a la incubación la leche pasteurizada para su proceso de fermentación a 43 °C por 6 a 7 horas hasta alcanzar un pH menor o igual a 4,6 (FAO, 2003).

Enfriamiento: el yogurt se deberá enfriar rápidamente sometiendo a refrigeración (4°C) para impedir que la acidez siga aumentando (FAO, 2003).

Batido: consiste en un procedimiento mecánico lento hasta conseguir la consistencia uniforme, aquí se le podrá añadir colorante y saborizante (FAO, 2003).

Envasado y almacenamiento: tendrá que efectuarse en condiciones asépticas y de inmediato luego de envasar se conservará refrigerado a 4 °C.

2.2.2. Características fisicoquímicas del yogurt

El yogurt debe cumplir con las siguientes condiciones consideradas:

Tabla 1

Requisitos fisicoquímicos del yogurt

Requisitos % (m/m)	Yogurt entero
Materia grasa Láctea	Mín. 3,0
Sólidos no grasos	Mín. 8,2
Acidez, expresado en ácidos lácticos	0,6 – 1,5
Proteína de leche	Mín. 2,7

Fuente: NTP (2014).

a) **pH:** la evaluación directo del pH y la característica ideal de los tipos de yogurt generalmente debería ser 4,6.

   El pH de los alimentos altera fuertemente la disolubilidad y función de las proteínas. El límite de las solubilidades de las proteínas por lo común suele ser la mínima cerca de su punto isoeléctrico, lo que afecta directamente en sus comportamientos y reactividad. El pH es una característica importante del yogurt porque tiene como objetivo bajar el valor de pH de la leche entre 6,5 a 6,7 y alcanzar el pH establecido para el yogurt ya que contribuyen al sabor y olor representativo (Hernandez, 2003).

b) **La acidez:** del yogurt debería encontrarse dentro del rango de 0,8 % a 1,5 % expresado en ácido láctico. Es fundamental considerar el porcentaje correspondiente del ácido láctico para conseguir un producto de buena calidad con el adecuado sabor y textura contribuyendo a un menor porcentaje de la sinéresis a lo largo del almacenamiento (Lopez, 2003).

   La acidez del yogurt frutado con camu camu tuvo como resultado 0,70 % a 0,92 % de ácido láctico a lo largo de los 21 días de almacenamiento evaluado cada tres días, por consiguiente garantizan las estructuras biológicas de un producto (Muñoz, 2009).

   A medida que aumenta la acidez del yogurt, la caseína se coagula alterando el sabor y la textura del producto (Lopez, 2003).

2.2.3. Capacidad Antioxidante

Las antioxidantes, son conocidos también como los inhibidores de la oxidación, son moléculas con estructuras y mecanismos de muy diversa acción para prevenir o retardar las reacciones de oxidación; son captadores poderosos de radicales libres (Venereo, 2002).

Los compuestos antioxidantes en un alimento juegan un papel muy primordial como factor de protección de la salud. Neutralizan el radical libre que pueden perjudicar las células y los tejidos. Los estudios epidemiológicos demostraron que los antioxidantes previenen el desarrollo de las enfermedades inflamatorias, diabetes, obesidad, y enfermedades degenerativas como el cáncer (Rafieian-Kopaei *et al.*, 2013).

Clasificación de antioxidantes:

- **Antioxidante primario:** se originaron mediante la transferencia de los electrones sobre los átomos de oxígeno, presentan estados diferentes en la disminución del número de los radicales libres y se caracteriza por poseer una corta vida, estas son los radicales hidroxilos, los superoxidos y los óxidos nítricos (Venereo, 2002).
- **Antioxidante secundario:** el antioxidante secundario tiene como objetivo capturar los radicales y evitar la reacción en serie. Por ejemplo se trata de las vitaminas E y C, β – carotenos y sustancias endógenas con capacidades antioxidantes, entre ellos se encuentra la bilirrubina y el glutatión urato, la estructura correspondiente se muestran en la figura 02 (Tovar, 2013).

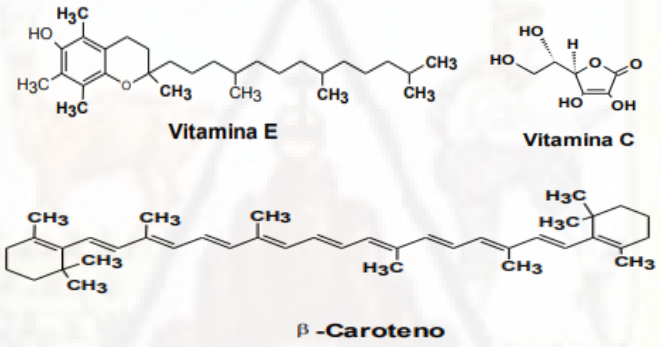


Figura 2: Estructuras del antioxidante secundario (Tovar, 2013).

- **Antioxidante terciario:** es el responsable de reparar la biomolécula dañada. Este grupo comprende los procesos físicos destinados a proteger el alimento de las oxidaciones, basado en control de humedad relativa, oxígeno y la temperatura (Venereo, 2002).

  Según (Zamora, 2007) los antioxidantes son elementos que retrasan o detienen la oxidación de los radicales libres en los organismos vivos que incluyen:

  - Eliminación de radicales libres para evitar su propagación.
  - Hidrólisis enzimática de los enlaces éster para eliminar el peróxido del ácido graso peroxidado del lípido.
  - Secuestro del ion del metal de transición.

El primer proceso define como trabaja un antioxidante. Los otros procesos no detienen las reacciones de radicales. En cambio, ellos previenen la acumulación de moléculas que puedan promover la reacción de radicales libres.

2.2.4. Actividad antioxidante

La actividad antioxidante es un parámetro para valorar la capacidad antioxidante de los sistemas biológicos. Este compuesto tiene la capacidad de inhibirlas o interrumpirlas a las reacciones que causan daños a las biomoléculas. Ayuda a determinar la capacidad de los compuestos antioxidantes de los alimentos por ejemplo, los carotenoides, polifenoles, acido ascórbico (vitamina C), flavonoides y Tocoferol (vitamina E) y glutationa (Karre *et al.*, 2013).

La actividad o capacidad antioxidante de una molécula, no es solo una característica estructural como la reactividad química con peróxidos y otro tipo de reacciones, de manera similar así como otras diversas factores tales como la luz, temperatura, concentración, los tipos de sustrato y de la presencia de numerosos microcomponentes que podrían actuar como prooxidantes o sinergistas (Yanishlieva y Gordon, 2004).

2.2.5. Neutralización del radical libre DPPH

Según Brand-Williams *et al*. (1995) los radicales libres de DPPH son estables y se miden las capacidades secuestrantes de todos los compuestos con actividades antioxidantes. Las reacciones químicas consisten que los radicales libres estables 1,1 –difenil – 2 –picrilhidrazilo (DPPH) contiene un electrón desparejado y muestra color azul-violeta, tienden a decolorarse hacia amarillo blanquecino debido a las reacciones con unas sustancias capturadas del radical libre; las absorbancias se miden a 517 nm usando un espectrofotómetro.

El cambio de intensidad se lee espectrofotométricamente después de 30 min de reacción.

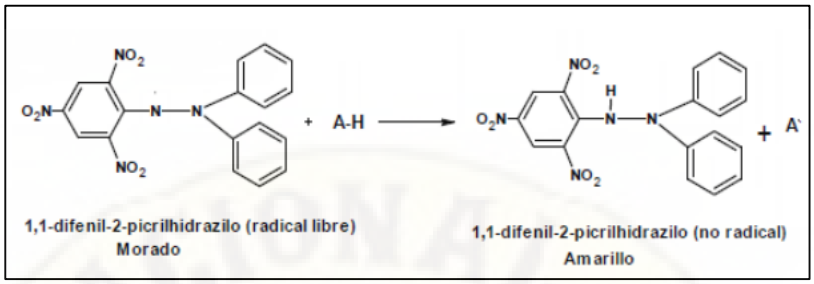


Figura 3: Acción antioxidante de los radicales DPPH (Alam *et al*., 2013).

La determinación de la actividad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición de radical libre y se determina en base a la formula siguiente:

$$\%I = \left(\frac{A_b - A_m}{A_b}\right) \times 100$$

Donde:

$\%I$ = Porcentaje de inhibición

A_b = Absorbancia del blanco

A_m = Absorbancia de muestra con DPPH

2.2.6. Tiempo de almacenamiento

El yogurt elaborado en condición normal de producción se conserva en almacenamiento refrigerado (4°C) aproximadamente de tres a cuatro semanas (Ruiz y Ramirez, 2009).

El compartimiento del refrigerador debe ser inocuo y protegida para impedir la contaminación cruzada que pueden generar sabores y olores extraños. El tiempo de conservación del yogurt son durante 21 días en condiciones de refrigeración entre (2 y 5) °C (Vargas, 2006).

Para conservar el yogurt deberá mantenerse en una temperatura apropiada de 4 °C debido a que los constantes cambios de temperatura afectan la vida útil del producto, se puede almacenar durante 21 días (Fernández, 2007).

2.2.7. Evaluación sensorial

Según (Espinosa Manfugás, 2007) es una disciplina científica aplicada para evaluar los alimentos por medio de los sentidos. El término sensorial proviene del latín *sensus,* que significa *sentido*. Las evaluaciones sensoriales

son tan importantes como las técnicas de mediciones y análisis fisicoquímica, microbiológica y etc.

Otra definición que se le otorga para la evaluación sensorial es la caracterización y análisis de aceptar o rechazar un alimento en función a las sensaciones experimentadas por parte del degustador o consumidor desde el momento de observar el alimento.

2.2.8. Los jueces

Existen varios tipos de jueces, entre ellos jueces entrenadas, jueces semi entrenados y jueces consumidores. Los dos primeros se emplean en el control de calidad para desarrollar nuevos productos o para cuando se realizan cambios en la formulación. El segundo grupo se utiliza para determinar las reacciones de los consumidores hacia el producto alimenticio (Espinosa Manfugás, 2007).

2.2.9. Pruebas afectivas

Es aquello en las que los jueces expresan sus reacciones subjetivas frente a una muestra de un producto, dan a saber si les gustan o le disgustan, si lo aceptan o rechazan o si los prefieren a otro. Para la prueba afectiva necesariamente se debe considerar como mínimo a 30 jueces no entrenados (Espinosa Manfugás, 2007).

Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas se encuentran: pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad (Liria, 2007).

- **Pruebas de aceptabilidad**

  Se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Básicamente son escalas de medición de una persona y su comportamiento de la sensación que les produce una muestra (Liria, 2007).

- **Prueba de preferencia (**preferencia pareada y categorías de preferencia)

  Esta prueba se refiere a la elección de dos o más muestras sobre la base del gusto o disgusto (Liria, 2007).

2.3. Bases conceptuales

2.2.1. La Sicara

La siraca (*Rubus robustus)*, son arbustos altamente invasivos con tallos altos, flexibles y espinosos. Habita en forma silvestre en valles de climas cálidos a fríos, forman parte de las comunidades edáficas de ríos y arroyos. Los frutos tienden a ser color negro y son usados para la preparación de bebidas o conocidos como refrescos y otros productos de interés para la industria alimentaria (Farfán Davalos, 2011).

La siracas, las zarzamoras y las frambuesas juntamente con los arándanos y las fresas, forman parte de una familia conocido como berries, estos abarcan especies para 4 géneros e integran la mayor parte de las plantas conocidas como árboles frutales secundarios. Tales como el *Rubus, Ribes, Fragaria y Vaccinium* (Farfán Davalos, 2011).

Figura 4. Descripción fotográfica del fruto de siraca.

Los frutos de siraca están compuestos por numerosas drupas muy pequeños (polidrupa) adheridos entre sí como se muestra en la Figura 4, por otra parte, las semillas o pepitas en el momento de la ingestión son apenas perceptibles, crecen de forma silvestre floreciendo y fructificando entre el mes de octubre a abril.

2.2.2. Clasificación taxonómica

Según, Farfán Davalos (2011) la siraca se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Rosales
Familia : Rosaceae
Tribu : Rubeae
Género : Rubus
Especie : *Rubus robustus*
Nombre científico : *Rubus robustus*
Nombre común : "Siraca".

2.2.3. Valor nutricional de la siraca

La siraca (*Rubus robistus)* es una fruta muy baja en carbohidratos, por esta razón se describen como frutas bajas en calorías, son excelentes fuentes especialmente en vitamina C y A. Estas dos vitaminas convierten a esta fruta silvestre en un buen antioxidante, además de la abundancia de antocianinas (Farfán Davalos, 2011).

Tabla 2

Composición nutricional de la siraca (Rubus robustus) con respecto a otros frutos de la misma familia.

Composición	Frutos de la familia rosaceae en 100 g.				
	Siraca[1]	Fresa[2]	Zarzamora[2]	Mora[2]	Frutilla[2]
Humedad	86,83	87,6	84,9	86,6	89,94
Proteína	0,64	0,8	0,7	0,6	0,9
Grasa	0,58	0,5	0,6	0,1	0,4
Ceniza	0,49	2	0,5	0,5	1,3
Fibra	2,25	2,2	2,7	2,2	2,1
Carbohidratos	9,41	8,3	10,6	9,33	5,36

Farfán Davalos (2011)[1]; FAO (2009)[2].

2.2.4. Usos y propiedades

Se utilizan las hojas, flores y los frutos. Se recomienda la decocción de hojas secas para el tratamiento de la diarrea. Las hojas y flores se aprovecha para la preparación de una infusión que es utilizada contra la irritación de la garganta, por otro lado, es útil en la ulcera de la mucosa bucal (Farfán Davalos, 2011). Los frutos se utilizan en la preparación de refrescos. A pesar de ello la siraca (*Rubus robustus)* todavía no tiene lugar en el uso industrial, esta fruta es escasamente comercializada y solo se usa localmente.

2.2.5. Pulpa concentrada de frutas

Las pulpas concentradas de frutas son productos obtenidos mediante la cocción y concentración de las pulpas con la adición de azucares. Se concentra las mezclas a aproximadamente 36 °Brix, consiguiendo un producto transparente y claro. En otro caso, es recomendable adecuar el pH de las mezclas añadiendo el conservante de sorbato de potasio (Guevara, 2015).

Es el producto de consistencia gelatinosa y aspecto traslucido obtenido por la cocción y concentración de una o más frutas hasta conseguir que los °Brix se encuentre en el rango de 45 y 55 °Brix (Ramirez, 2013).

El jugo concentrado de frutas se refiere al producto obtenido mediante la eliminación física de una parte del agua a fin de aumentar los niveles de grados brix establecido para el jugo reconstituido de la misma fruta en al menos 50% (NTP, 2009).

La concentración por evaporación consiste en someter a un líquido a condiciones de temperatura y presión que permiten evaporar el solvente. La concentración por evaporación de los productos se realiza a un vacío parcial permitiendo una reducción de temperatura entre 45 y 80 °C (Jeantet *et al*., 2010).

2.2.6. Yogurt

Según la especificación de la Norma Técnica Peruana (NTP, 2014) los yogures son productos producidos mediante las fermentaciones lácticas a

través de las acciones de las bacterias *Lactobacillus bulgarius y Streptococcus thermophilus,* a partir de leches pasteurizadas y/o productos obtenidos de la leche con o sin cambios de su composición. Por otro lado, las bacterias vivas presentes en el yogurt, contribuyen a equilibrar la flora bacteriana del intestino y de esta manera potencian el sistema de defensa contra la infección y otra enfermedad.

- **Tipos de yogurt**

  Según la NTP (2014) establece los siguientes tipos de yogurt:

  Yogurt saborizado (frutado y/o aromatizado): Es el yogurt modificado donde se puede incorporar hasta un máximo de 50 % (m/m) de los ingredientes no lácteos, así como carbohidratos nutricionales y no nutricionales; los jugos, las verduras, las frutas, pulpas, preparados y conservadores derivadas de las mismas, chocolate, cereal, miel, fruto seco, café, especias y otros alimentos aromatizantes natural e inocuo. El ingrediente no lácteo se puede agregar antes o después de la fermentación (NTP, 2014) .

  Yogurt o yogur concentrado: son leches fermentadas cuyas proteínas han sido aumentadas a un mínimo de un 5,6 % antes o después de la fermentación (NTP, 2014).

  Yogurt batido: es el que consiste en fermentar en los tanques de incubación donde se produce la coagulación y después se somete a una agitación mecánica (NTP, 2014).

  Yogurt bebible: se trata del yogurt batido, que recibió alto tratamiento mecánico (NTP, 2014).

  Yogurt aflanado: la producción de fermentación y coagulación es en el propio envase (NTP, 2014).

  Yogurt deslactosado: Es el producto en el cual la lactosa residual ha sido desdoblada mediante el procedimiento tecnológico, en glucosa y galactosa hasta un mínimo de 85 % (NTP, 2014).

  Yogurt tratado térmicamente: Es el producto que fue tratado térmicamente después de la fermentación, generando la pérdida de

la viabilidad de las bacterias lácticas presentes en el yogurt (NTP, 2014).

2.2.6.1. Clasificación por el contenido de grasa

a) Yogurt entero
b) Yogurt parcialmente descremado
c) Yogurt descremado

2.2.6.2. Requisitos generales

Las Normas Técnicas peruanas estipula los siguientes requisitos que todo yogurt debería cumplir (NTP, 2014) :

- La grasa de la leche no puede ser reemplazada por componentes de origen no lácteo.
- Después de la elaboración del yogurt inmediatamente tiene que mantenerse bajo refrigeración a 7 °C hasta su consumo.
- Se puede añadir al yogurt frutado o saborizado naturalmente como máximo un 50 % de ingrediente no lácteo.

2.2.7. Valor nutritiva y beneficio a la salud del yogurt

Desde la perspectiva nutricional el yogurt es un alimento de fuente de vitaminas, minerales y proteínas, que contribuyen notoriamente a cubrir los requerimientos de diferentes micronutrientes, convirtiéndolo en un producto ideal de fácil digestión y asimilación (Babio *et al*., 2017).

Tabla 3

Valor nutricional de la leche y el yogurt (unidad por 100 g)

Compuestos	Leche entera[1]	Yogurt entero[2]	Yogurt de frutas[3]
Proteína (g)	3,20	3,84	3,63
Grasa (g)	3,40	4,11	1,16
Carbohidrato (g)	4,75	12,27	15,00
Humedad (g)	88,00	89,83	84,23
Calorías (kcal)	61,00	-	97,00

Fuente: Babio *et al*. (2017)[1], Parra (2014)[2], Parra *et al*. (2015)[3]

El consumo de yogurt ayuda a combatir una serie de enfermedades tales como el síndrome metabólico, diabetes, colesterol, cáncer colon rectal, intolerancia a la lactosa, síndrome de intestino irritable, helicobacter pylori, diarrea y alergias (Parra Huertas, 2012).

2.4. Hipótesis

Existe efecto significativo de adición de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus*) y del tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante del yogurt frutado.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 4

Definición operativa e Indicador

Variable	Tipo de variables	Indicador	Unidad
Porcentaje de pulpa concentrada	Independiente	Porcentaje en yogurt	%
Tiempo de almacenamiento	Independiente	Tiempo	días
Propiedades Fisicoquímicas	Dependiente	pH Acidez	adimensional g/100g
Capacidad antioxidante	Dependiente	Porcentaje de inhibición	%
Evaluación sensorial	Dependiente	Escala Hedónica	atributos
Vida útil	Dependiente	Tiempo	días

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ubicación del campo de estudio

Los frutos de siraca (*Rubus robustus)* que ha sido utilizada proviene del lugar de Ocoro del Distrito de Colcabamba, Provincia de Tayacaja departamento Huancavelica. El presente estudio fue desarrollado en el laboratorio de procesos agroindustriales, las propiedades Fisicoquímicas y Capacidad Antioxidante fueron evaluadas en el Laboratorio de Análisis Instrumental pertenecientes a la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ubicada en la ciudad de Acobamba; y el análisis químico proximal se evaluó en el Laboratorio de Servicios de Análisis Químico (LASAQ) de la Universidad Nacional Agraria la Molina, ubicado en Lima, Perú.

3.1.2. Ubicación política

Región : Huancavelica
Provincia : Tayacaja
Distrito : Colcabamba
Centro Poblado : Ocoro

3.1.3. Situación geográfica

Altitud : 3276 m.s.n.m
Latitud sur : 12°24’ 32”
Longitud Oeste : 74°40’ 48”

3.2. Tipo de Investigación

El estudio de investigación es de tipo aplicada (Hernandez Sampieri *et al*., 2014).

3.3. Nivel de Investigación

El nivel del estudio de investigación es experimental (Hernandez Sampieri *et al*., 2014).

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población objetivo ha sido conformado por las frutas de siraca (*Rubus robustos*), provenientes del Centro Poblado de Ocoro, Distrito de Colcabamba - Tayacaja - Huancavelica.

3.4.2. Muestra

Las muestras utilizadas fueron de 5 kilogramos siendo recolectadas de la comunidad de Ocoro perteneciente a Colcabamba - Tayacaja y 10 L de leche fresca procedente del ganado vacuno de la Provincia de Acobamba.

3.4.3. Muestreo

El muestreo se realizó con un método de aleatorizaciòn simple en el que se seleccionaron los frutos de siraca (*Rubus robustus)* al azar con un buen estado de madurez.

3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos

3.5.1. Método de Investigación

El procedimiento general utilizada en esta investigación fue el método hipotético –deductivo.

3.5.2. Diseño de Investigación

Los experimentos se realizaron con el diseño factorial de 2 x 6.

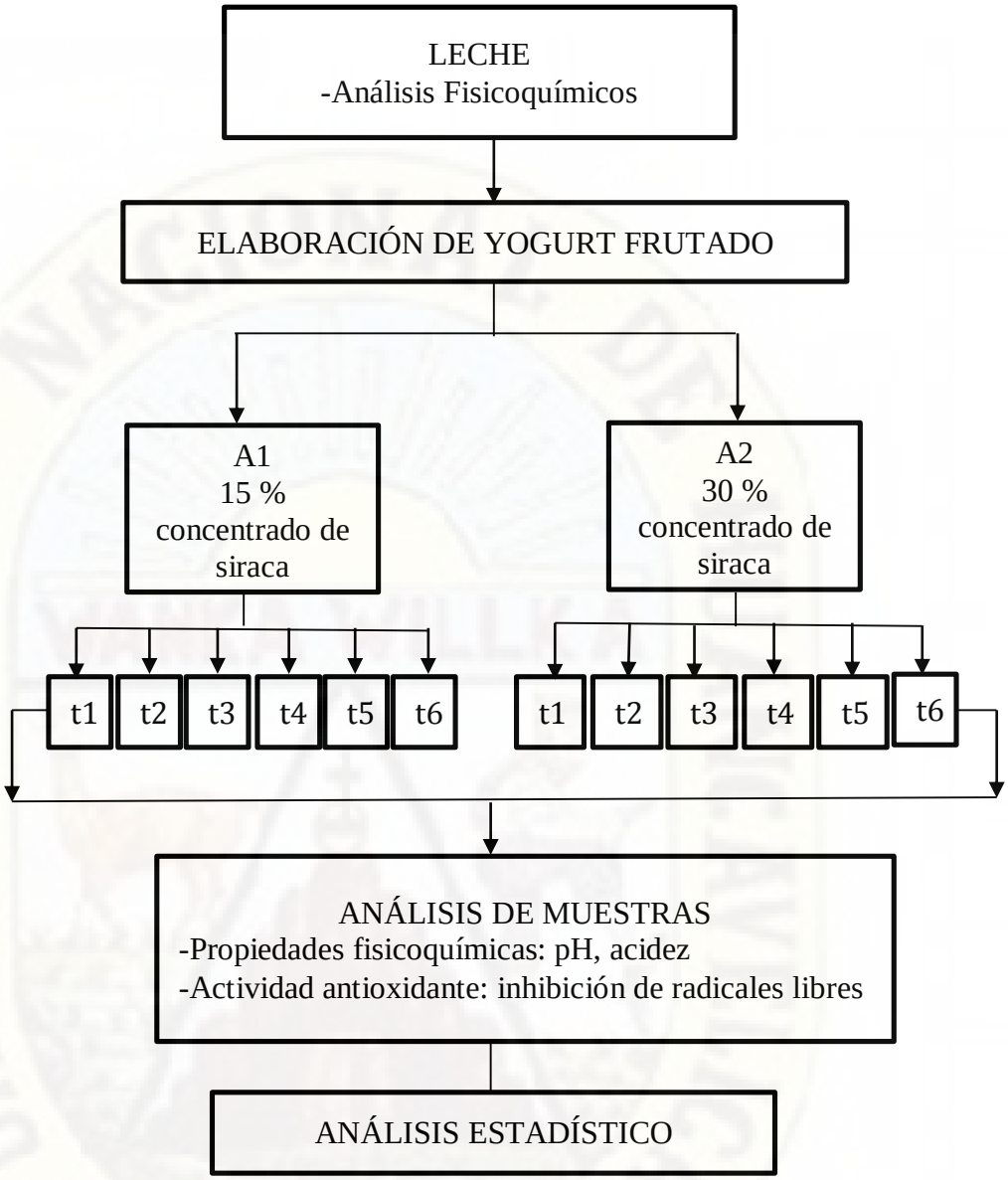


Figura 5: Diseño experimental

3.5.3. Materiales y equipos

Equipos

- Estufa (Memmert, IP20, Schwaback)
- Balanza Analítica (Sargent Welch, VWR Analytical Balances)
- Potenciómetro pH (Hanna Instruments, Romania)
- Refractómetro de 0 a 85% (HI 96801 Refractometer)
- Bomba de vacío (PALL Life Sciences Vacuum, Modelo DOA - P730 – BN)
- Espectrofotómetro (Spectrophotometer Model 4251/50)

Materiales del laboratorio

- Jarras medidoras
- Baldes
- Ollas
- Paletas de madera
- Licuadora
- Termómetro (0 – 100 °C)
- Lactodensímetro marca Nahita, escala 15 – 40 (unidades por encima de 1000 Kg/m3)
- Probeta de 500 ml
- Gradillas
- Varillas de metal
- Fiolas de 10 ml
- Vasos precipitados de 500 ml, 250 ml, 100 ml y 50 ml
- Cubetas de plástico
- Papel de aluminio
- Pipeta de 1 ml y 5 ml
- Micro pipetas de 100 a 1000 ul
- Equipo de titulación

Reactivos

- Metanol (pureza 99,5 %)
- Fenolftaleina 1 %
- Solución buffer pH 4 y 7 para calibración
- Reactivo DPPH Free Radical 90 %
- Hidróxido de sodio concentración 0,1N
- Agua destilada

3.5.4. Obtención de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*

Recepción de materia prima: la materia prima utilizada fue 5 kilos de frutos de siraca (*Rubus robustus)* a temperatura ambiente, proveniente de

Ocoro, Distrito de Colcabamba - Tayacaja en maduración óptima, se efectuaron pruebas del pH con ayuda de un potenciómetro lo cual fue 2,67 y °Brix con el refractómetro obteniendo 9,3; posteriormente se realizaron controles del peso de los frutos de siraca *(Rubus robustus)* haciendo el uso de la balanza con la finalidad de establecer el rendimiento del producto final.

Selección: se seleccionó la siraca (*Rubus robustus)* de forma manual con ayuda visual para escoger los frutos teniendo en cuenta el grado de descomposición y grado de madurez con el objetivo de tener frutas de siraca que presenten las mejores condiciones para el experimento.

Lavado y desinfección: se ha realizado el lavado con el fin de quitar toda la sustancia extraña (polvo, mucilagos, etc.) que pudieran estar presentes en los frutos de siraca (*Rubus robustus)* y en seguida se procedió a la desinfección sumergiendo a la disolución de hipoclorito sódico (50 ppm) equivalente a 7,5 ml de producto comercial por 10 litros como señala en el manual y después se realizó repetidas veces el enjuague con mucha agua, para reducir las posibles cargas microbianas.

Pesado: esta operación consistió en tomar el peso de las frutas y las mermas en la balanza digital para llevar el control con la finalidad de conocer el rendimiento final de la productividad.

Cortado: se cortó los frutos de siraca en pequeños trozos retirando los pedúnculos (merma).

Licuado: este proceso consistió en licuar el 60% de los frutos de siraca con el uso de una licuadora.

Pasteurización: se agregó el 50% de azúcar al producto licuado la cual se sometió a la cocción a una temperatura de 70 ℃ -80 ℃ hasta llegar al pH de 3,5.

Enfriamiento: el concentrado de siraca (*Rubus robustus)* fue enfriada a la temperatura normal de medio ambiente.

Almacenamiento: el producto final ha sido conservado en envases plásticos en refrigeración a una temperatura de 4 ℃ hasta su incorporación en el yogurt.

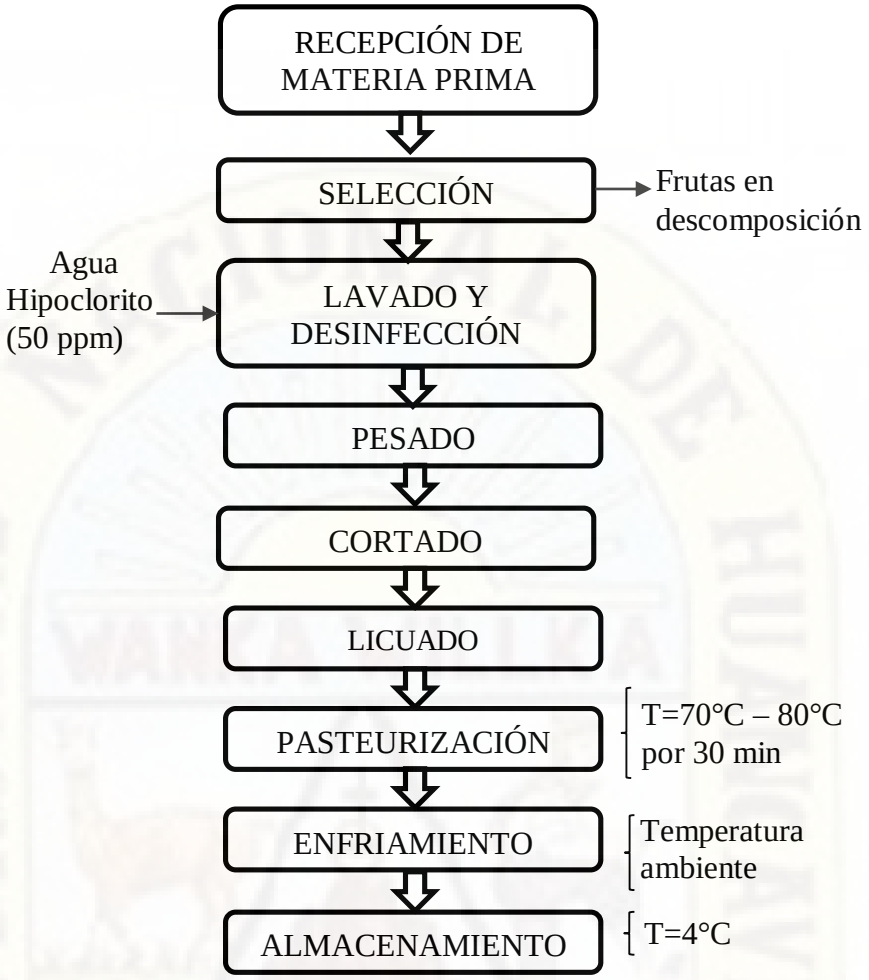


Figura 6: Diagrama de flujo de obtención de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*

3.5.5. Obtención del yogurt frutado con siraca (*Rubus robustus)*

Recepción de materia prima: se recepcionó 10 L de leche fresca de vaca, en seguida fue sometida a pruebas de análisis fisicoquímica teniendo como resultado lo siguiente (densidad: 1,0310 g/cm^3; pH: 6,7; prueba de alcohol: no coagulable y la acidez expresada en % de ácidos lácticos: 0,16 %) con la finalidad de constatar la buena calidad de la leche utilizada en el experimento. Después se filtró haciendo uso de unas telas finas de algodón a fin de retirar todo cuerpo extraño.

Estandarización: se agregó 2 % de leche en polvo a una temperatura de 32 °C con el objetivo de incrementar el contenido del solido total que ayudan a mejorar la consistencia característica de los yogures.

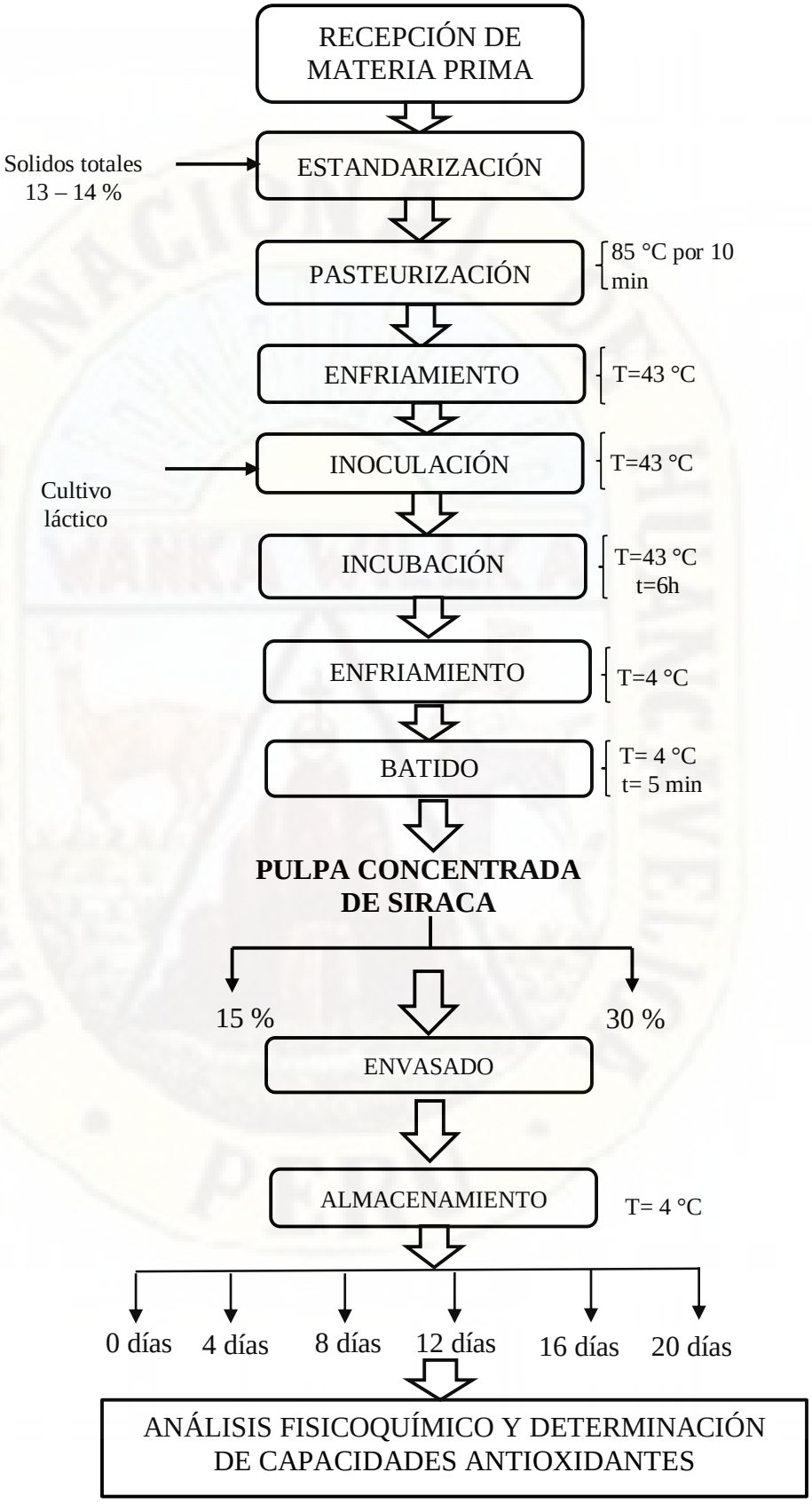


Figura 7. Diagrama de flujo de obtención de yogurt frutado

Pasteurización: se sometió al tratamiento térmico a 85 °C durante diez minutos para la eliminación de los agentes patógenos que podrían estar presentes en la leche.

Enfriamiento: se enfrió la leche hasta los 43 °C para inocular los cultivos lácticos.

Inoculación: se agregó el 2 % de cultivo láctico de "*Streptococcus thermophilus* y *el Lactobacillus bulgaricus"* a la leche pasteurizada después se agito con una paleta para homogenizar la mezcla.

I**ncubación:** se incubó la leche pasteurizada para su proceso de fermentación a 42 °C hasta alcanzar un pH menor o igual a 4,6.

Enfriamiento: se realizó inmediatamente el enfriamiento en el refrigerador a 4° C para evitar que la acidez siga incrementándose.

Batido: fue realizado con el propósito de cortar la coagulación y la uniformización de la textura del yogurt.

Frutado: se adicionó la pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* al 15 % y 30 % moviendo suavemente para conseguir la homogenización.

Envasado y almacenamiento: se llevó a cabo el procedimiento de manera aséptica y en seguida se envasó en botellas de 500 ml con muestra de 250 ml de yogurt frutado teniendo un total de 18 botellas dado que de cada tratamiento se obtenía 6 botellas rotuladas, con el objetivo de ir tomando una botella como muestra para realizar los análisis fisicoquímicos y capacidad antioxidante en el día 0, 4, 8, 12, 16 y 20 los cuales se almacenó en condiciones de refrigeración a 4°C.

3.5.6. Análisis fisicoquímico del yogurt frutado

Las propiedades fisicoquímicas se realizaron de la siguiente manera:

- **Determinación de pH por el método potenciómetro**

  La determinación de pH del yogurt frutado con siraca (*Rubus robustus)* se realizó por el método de potenciómetro marca HANNA, código HI991002, serie: E0019045 a diferentes tiempos de almacenamiento. Se calibró con buffer pH 7 y 4. Se introdujo el electrodo en la muestra de 30 mL y seguidamente se procedió a la lectura, que se realizaron hasta

3 repeticiones, entre cada análisis de las muestras se lavó el electrodo con agua destilada.

- **Determinación de la acidez titulable según (Norma Técnica Peruana, 2012)**

  La mediciòn se realizó mediante la titulación con soluciòn estandar de hodroxido de sodio 0.1 N, se tomò 10 ml de la muestra de yogurt frutado a un vaso precipitado y luego se añadieron 2 gotas de fenolftaleina al 1 % . Despues se ha titulado las muestras hasta conseguir la presencia de color rosa que persistan de 20 a 40 segundos y finalmente la acidez titulable fue expresdo como porcentaje de ácido lactico aplicando la formula siguiente (Norma Técnica Peruana, 2012):

$$\%\ acidez\ \left(\frac{g}{L}\ ácido\ láctico\right) = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

  Donde:

  $V =$ Volumen de disolución de NaOH 0.1 N gastado en la titulación de la muestra, en mL.

  $N =$ Normalidad de la disolución de NaOH

  $M =$ Volumen de muestra, en mL

  $0.09 =$ Equivalente del ácido láctico.

3.5.7. Capacidad antioxidante por la prueba de DPPH del yogurt frutado

Preparación de la solución DPPH

- Se disolvió 4 mg de DPPH (90%) en un matraz volumétrica de 100 mL con metanol (95%), esta solución obtenida se cubrió con papel aluminio y se guardó en refrigeración hasta su uso.

Preparación de la solución de trabajo (muestra de yogurt frutado con siraca (*Rubus robustus)*)

- En 5 vasos precipitados de 50 ml se colocaron diferentes cantidades de muestras (tabla 5).
- Luego se realizó una dilución de las diferentes concentraciones como se muestra en la tabla 5 con 10 ml de metanol.

Tabla 5

Concentración de las muestras de yogurt frutado

Fiola	Concentración muestras (ml)/vol. Metanol ml
1	1/10
2	2/10
3	3/10
4	4/10
5	5/10

- Posteriormente se procedió a filtrar a través de una capa fina de gasa las diferentes concentraciones de las muestras diluidas y para obtener una muestra sin partículas que den turbidez se pasó a la filtración con la bomba al vacío con papel whatman N° 1, hasta obtener una muestra transparente.

Preparación de la muestra filtrada con solución de DPPH y metanol

- De este extracto se tomó 1000 uL de cada muestra filtrada y se agregó 3000 uL de la disolución de DPPH a cada muestra medida en la fiola de 10 ml. Luego se aforó cada solución con metanol a 95 % hasta 10 ml.
- Se calibró el espectrofotómetro a las longitudes de ondas de 517 nm usando como blanco el metanol.
- Se pasó las soluciones concentradas en serie a las cubetas con ayuda de una micropipeta.
- Se procedió a realizar las lecturas de absorbancia de las muestras a diferentes tiempos a los 0 minutos, 15 minutos y 30 minutos protegidos de la luz.
- Finalmente, para la obtención de los porcentajes de captación de radicales libres DPPH se calculó la absorbancia con la formula posterior:

$$\%I = \left(\frac{A_b - A_m}{A_b}\right) \times 100$$

Donde:

$\%I =$ Porcentaje de inhibición

A_b = Absorbancias del blanco

A_m = Absorbancias de la muestra con DPPH

- Se procedió a realizar los cálculos de la eficiencia de concentración (EC50) para obtener la dosis de muestra que reducen las absorbancias mediante curvas de calibración.
- La actividad antioxidante se ha determinado utilizando la curva de calibración por medio de una regresión lineal y se expresó a través de la EC_{50} (cantidad de muestras que reducen las absorbancias de la disolución de DPPH en un 50 %).

$$EC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

Donde:

50 = 50 % de inhibición (eje de las ordenadas)

b = punto de intersección de una curva y el eje de las ordenadas

m = pendiente de la curva

3.5.8. Evaluación sensorial del yogurt frutado con siraca (*Rubus robustus)*

Prueba de nivel de preferencia

El nivel de preferencia del producto se evaluó según a cada atributo como el color, sabor, dulzor utilizando las escalas hedónicas de 5 puntos (Liria, 2007) lo cual se precisa en la siguiente tabla 6.

Tabla 6

Escala hedónica del atributo color, sabor y dulzor

Puntajes	Escalas de medición
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Elaboración propia

Las evaluaciones sensoriales se realizaron con dos tratamientos del yogurt fortificado con pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* a proporciones de 15 % y 30 %.

El yogurt elaborado fue analizado sensorialmente con la participación de los panelistas o jueces no entrenados constituido por 50 estudiantes, donde se efectuó en el Laboratorio de Investigación de Ingeniería Agroindustrial, Facultad Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Huancavelica.

Se estableció un horario adecuado entre las 11 am -12 pm y en la tarde de 3-4 pm y se aseguró que los panelistas no coman ni prueben nada al menos 30 min antes de la prueba ya que se les ha solicitado por anticipado su participación en este análisis, de la misma manera, se les ha explicado la característica general a evaluar y la seriedad que debían mantener como panelistas. Se les presentó la ficha de evaluación con instrucciones claras y precisas.

Concluida el análisis sensorial con la información obtenida en la prueba de aceptación se tabularon en forma manual y se determinó los promedios mediante gráficos a fin de realizar el análisis proximal químico del tratamiento con mayor aceptación.

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Posteriormente al obtener los datos se realizó el análisis estadístico aplicando el programa Minitab versión 17 para los datos de propiedades fisicoquímicas y antioxidantes. Así mismo, se empleó el software SPSS statistics versión 21 a los datos de evaluación sensorial.

CAPÍTULO IV
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Codificación de muestras

Se trabajó con yogurt frutado de siraca (*Rubus robustus)*, lo cual se almacenó a condiciones de refrigeración a temperatura de 4 °C hasta su uso posterior para ser evaluados cada 4 días en su propiedad Fisicoquímica y capacidad antioxidante de la muestra. Para el análisis de muestra se codificó de la siguiente manera:

Tabla 7

Tratamientos codificados

Tratamientos	Tratamientos	Concentración (%)
YC =	Yogurt Control	0
YST_1 =	Yogurt Siraca Tratamiento 1	15
YST_2 =	Yogurt Siraca Tratamiento 2	30

4.2. Resultados de pH

En la tabla 8 se muestra los resultados de los valores del pH de las muestras de yogurt. El pH se ubicó en un rango de 4,54 a 4,26 para el yogurt control, cuando se adicionó el 15 % de la pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* disminuyó desde 4,36 hasta 4,01. De la misma manera el pH se ubicó en un rango de 4,19 a 3,75 cuando se adicionó con 30 % de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*. Esto se debe a que la fruta contiene ácido orgánico muy alto provocando la acidificación de los medios donde se agreguen.

Se apreció que el comportamiento de pH resultó el mismo para todas las diferentes muestras de yogurt con la pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* provocando una disminución significativa ($p<0,05$) del pH, iniciando con el valor de pH de 4,54 hasta alcanzar el valor de pH de 3,75 de acuerdo a los días de almacenamiento. Además, a partir del día 0 hasta el día 20 de almacenamiento los tres tratamientos (YC, YST1 y YST2) presentaron una disminución hasta el final del experimento, obteniendo valores de pH más bajos en los tratamientos adicionados con pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* que en las muestras

del yogurt control. Este resultado es consistente con el hallazgo de (Jaster *et al*., 2018), ya que reportaron la disminución de los valores de pH en el yogurt enriquecido con pulpa concentrada de fresa durante todo el periodo de almacenamiento.

Tabla 8

Resultados de pH del yogurt frutado con siraca (Rubus robustus)

pH					
Tratamientos	**Tiempo de Almacenamiento**	**Media**	**Desviación Estándar**	**Coef. de Variación (%)**	**Media ± Margen de error**
YC	Día 0	4,54	0,026	0,583	4,54 ± 0,066
	Día 4	4,46	0,026	0,593	4,46 ± 0,066
	Día 8	4,40	0,010	0,227	4,40 ± 0,025
	Día 12	4,36	0,020	0,459	4,36 ± 0,050
	Día 16	4,32	0,056	1,289	4,32 ± 0,138
	Día 20	4,26	0,070	1,643	4,26 ± 0,174
YST1	Día 0	4,36	0,010	0,229	4,36 ± 0,025
	Día 4	4,21	0,030	0,713	4,21 ± 0,075
	Día 8	4,18	0,020	0,478	4,18 ± 0,050
	Día 12	4,14	0,010	0,242	4,14 ± 0,025
	Día 16	4,09	0,053	1,294	4,09 ± 0,131
	Día 20	4,01	0,020	0,499	4,01 ± 0,050
YST2	Día 0	4,19	0,020	0,477	4,19 ± 0,050
	Día 4	4,10	0,010	0,244	4,10 ± 0,025
	Día 8	4,05	0,026	0,653	4,05 ± 0,066
	Día 12	3,94	0,053	1,343	3,94 ± 0,131
	Día 16	3,88	0,053	1,364	3,88 ± 0,131
	Día 20	3,75	0,056	1,485	3,75 ± 0,138

La tabla 8 refleja que durante el día 20 de almacenamiento correspondiente al tratamiento Control su desviación estándar (σ = 0,070) presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los tratamientos YST1 y YST2, puesto que estos presentaron una menor desviación estándar (σ = 0,020, σ = 0,056 respectivamente), dicho resultado varió debido a la adición de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus).*

Asimismo, los resultados obtenidos demuestran que mientras mayor es la desviación estándar mayor será el margen de error respecto a la media con 95% de nivel de confianza.

Tabla 9

Análisis de varianza de pH

Fuente de varianza	F	p
Proporción de pulpa (A)	544,52	0,00*
Tiempo de almacenamiento (B)	103,80	0,00*
Interacción A x B	2,87	0,01*

*Significativo a $\alpha = 0,05$.

El análisis de varianza indica que, existen evidencias estadísticas suficientes para confirmar que las proporciones de pulpa, el tiempo de almacenamiento y la interacción de ambos factores tienen efecto significativo sobre el pH del yogurt frutado con pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*.

Al respecto Hassan & Amjad (2010), reportaron que la reducción de pH en el yogurt se debe a la descomposición de lactosa en ácidos lácticos durante el almacenamiento. Según los hallazgos encontrados por Rojas *et al*. (2007); esta producción de ácido láctico provoca un descenso de pH que tienen lugar no solamente al estar incubado, sino también a lo largo del almacenamiento ya que los microorganismos quedan viables haciendo que durante los primeros siete días de almacenamiento, el descenso del pH sea más pronunciada que en los siguientes días; los mismos autores mencionan que la actividad microbiana es mucho mayor al comienzo que al final del almacenamiento, lo que provoca diferentes valores de pH en cada tiempo de los días de muestreo.

Los valores del pH inicial de los yogures frutados con diferentes concentraciones de siraca *(Rubus robustus)* están dentro del parámetro normal estipulado por la Norma Técnica Peruana (NTP, 2014).

4.3. Resultados de acidez

Se determinó los comportamientos de la acidez de acuerdo al tiempo de almacenamiento para los 3 tratamientos, cuyo resultado se presenta en la tabla 10, los valores iniciales de la acidez de las muestras del yogurt oscilaron en el intervalo de 0,57 % a 0,74 % de ácido láctico y finalizaron alrededor de 0,75 % a 1,34 % expresado en ácido láctico.

Tabla 10

Resultados de la acidez del yogurt frutado

ACIDEZ (% ACIDO LÁCTICO)					
Tratamientos	**Tiempo de Almacenamiento**	**Media (%)**	**Desviación Estándar**	**Coef. de Variación (%)**	**Media ± Margen de error**
YC	Día 0	0,57	0,009	1,587	0,567 ± 0,022
	Día 4	0,61	0,018	2,941	0,612 ± 0,045
	Día 8	0,64	0,023	3,528	0,642 ± 0,056
	Día 12	0,66	0,016	2,373	0,657 ± 0,039
	Día 16	0,69	0,018	2,597	0,693 ± 0,045
	Día 20	0,75	0,018	2,410	0,747 ± 0,045
YST1	Día 0	0,62	0,009	1,449	0,621 ± 0,022
	Día 4	0,64	0,009	1,408	0,639 ± 0,022
	Día 8	0,68	0,009	1,333	0,675 ± 0,022
	Día 12	0,72	0,019	2,613	0,717 ± 0,047
	Día 16	0,75	0,016	2,087	0,747 ± 0,039
	Día 20	0,86	0,009	1,042	0,864 ± 0,022
YST2	Día 0	0,74	0,009	1,220	0,738 ± 0,022
	Día 4	0,76	0,009	1,190	0,756 ± 0,022
	Día 8	0,83	0,018	2,174	0,828 ± 0,045
	Día 12	0,90	0,009	1,000	0,900 ± 0,022
	Día 16	1,05	0,009	0,855	1,053 ± 0,022
	Día 20	1,34	0,024	1,776	1,341 ± 0,059

La tabla 10 demuestra que durante los 4 primeros días de almacenamiento los datos recopilados en los tratamientos YST1 y YST2 presentaron menor desviación estándar ($\sigma = 0,009$) con respecto a la media, por ende, los márgenes de error son mínimas garantizando que los datos son confiables, lo cual será demostrado con el ANOVA del Diseño Factorial.

Es posible apreciar un aumento significativo en el valor de la acidez titulable, obtenido de cada tratamiento YC, YST1 y YST2 debido a que la acidez aumentó conforme a las concentraciones de pulpa de siraca (*Rubus robustus)*. Es así que, la acidez titulada alcanzó un valor de acidez máximo de 1,34 % de ácido láctico con el tratamiento del 30% de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* en el día 20 de almacenamiento. Dicho valor máximo de acidez está dentro del rango permisible establecido por la NTP (2014), indicando como requisitos generales para los yogures con valores de acidez entre 0,6 % a 1,5 % expresada como ácido láctico. Por otro lado, el tratamiento del yogurt control presentó un menor valor de acidez de 0,57 % a 0,75 % de ácidos lácticos teniendo una ligera influencia en los valores de la acidez. Estos valores obtenidos para los yogures coinciden con lo reportado por Costa *et al.* (2013) quienes afirmaron que la acidez de los yogures debe estar entre 0,6 % y 1,5% de ácido láctico. Igualmente Briceño *et al.* (2001) han reportado durante el almacenamiento de un yogurt que la acidez podría aumentar en condiciones de refrigeración máximo hasta 1,5% de ácidos lácticos.

Tabla 11

Análisis de varianza de acidez

Fuente de varianza	F	p
Proporción de pulpa (A)	1581,40	0,000*
Tiempo de almacenamiento (B)	558,32	0,000*
Interacción A x B	96,04	0,000*

*Significativo a $\alpha = 0,05$.

El análisis de varianza indica que, existen evidencias estadísticas suficientes para confirmar que las proporciones de pulpa, el tiempo de almacenamiento y la interacción de ambos factores tiene efecto significativo sobre la acidez del yogurt frutado con pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*.

Se encontró, además, que la acidificación para las muestras de yogures con 30% de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* fue mayor en comparación con las muestras de 15% y la muestra control y que a partir del día 12 de almacenamiento la acidez fue más pronunciado incrementándose hasta 1,34% expresado en ácido láctico, lo que indica que la productividad de los ácidos

lácticos fue mayor por parte de las bacterias acido lácticas (BAL) en presencia de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* que probablemente estimuló su metabolismo. Al respecto otro estudio realizado por (Jaster et al., 2018) menciona que las BAL produce β-galactosidasa y degrada la lactosa presente en el yogurt y que esta sustancia conserva su actividad incluso bajo refrigeración a 5°C, lo que resulta en una acumulación ácidos producidos como subproductos metabólicos por los microorganismos iniciadores.

De acuerdo a otras investigaciones realizadas por Parra-Huertas *et al.* (2015) los cambios anteriores puede deberse a la hidrólisis de componentes como la lactosa y el posible cambio bioquímico presentes en el yogurt a lo largo de su almacenamiento, en este estudio se comparó el yogurt control y el yogurt con chocolate para determinar sus efectos sobre el pH y la acidez por 30 días de almacenamiento, obteniendo como resultado una mayor acidificación para la muestra de yogurt con chocolate.

De manera similar, Senadeera *et al.* (2018) reportaron que los cambios de disminución en el pH y aumentos sobre los valores de acidez se deben a la alta disponibilidad de fuentes de carbohidratos en la fruta y a la actividad metabólica de ambos cultivos iniciadores de yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *lactobacullus bulgaricus*) que resulta en un mayor nivel de ácidos orgánicos; quienes trabajaron con yogurt fortificado con pulpa de Anona *(Annona squamosa* guanábana (*Annona muricata),)* y chirimoya *(Annona reticulata)* durante 28 días de almacenamiento e informaron que la incorporación de varias especies de annona en el yogurt fue mayor que en sus respectivos yogures de control.

4.4. Resultados de capacidad antioxidante

Se empleó la prueba de DPPH descrito por (Brand-Williams, 1995). Las propiedades antioxidantes se midieron cada 4 días manteniendo en refrigeración a 4 °C, donde los resultados de las capacidades antioxidantes se expresaron en porcentaje de inhibición por lo que corresponden a las cantidades de radicales DPPH neutralizados por las muestras de yogurt a una determinada concentración en mg/mL. El valor de EC_{50} (mg/ml) es la concentración de muestra requerida para eliminar las absorbancias de la disolución DPPH en un 50 % de las muestras

de yogurt y se hizo los cálculos mediante la curva de calibración a través de una regresión lineal. Los resultados de EC_{50} de los yogures frutados se demuestran en la tabla siguiente:

Tabla 12

Resultados de las EC50 de las muestras de yogurt frutado

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EC50 (mg/mL)					
Tratamientos	**Tiempo de Almacenamiento**	**Media**	**Desviación Estándar**	**Coef. de Variación (%)**	**Media ± Margen de error**
YC	Día 0	4,99	0,050	0,010	4,99 ± 0,124
	Día 4	4,92	0,040	0,008	4,92 ± 0,099
	Día 8	3,90	0,030	0,008	4,90 ± 0,075
	Día 12	4,87	0,020	0,004	4,87 ± 0,050
	Día 16	4,98	0,030	0,006	4,98 ± 0,075
	Día 20	4,23	0,010	0,002	4,23 ± 0,025
YST1	Día 0	3,09	0,050	0,016	3,09 ± 0,124
	Día 4	4,81	0,040	0,008	4,81 ± 0,099
	Día 8	4,09	0,030	0,007	4,09 ± 0,075
	Día 12	4,14	0,020	0,005	4,14 ± 0,050
	Día 16	4,47	0,030	0,007	4,47 ± 0,075
	Día 20	3,30	0,010	0,003	3,30 ± 0,025
YST2	Día 0	2,58	0,050	0,019	2,58 ±0,124
	Día 4	3,80	0,040	0,011	3,80 ± 0,099
	Día 8	3,99	0,030	0,008	3,99 ± 0,075
	Día 12	4,88	0,020	0,004	4,88 ± 0,050
	Día 16	4,08	0,030	0,007	4,08 ± 0,075
	Día 20	3,97	0,010	0,003	3,97 ± 0,025

La tabla 12 demuestra que todos los tratamientos (YC, YST1 y YST2) presenta una baja desviación estándar, indicando que la mayor parte de los datos obtenidos de la muestra tienden a estar agrupados cerca a la media. Sin embargo, los coeficientes de variación difieren de acuerdo a la media de cada tratamiento.

La actividad antioxidante evaluada varió durante todo el periodo de estudio presentando valores máximos de 4,81 mg/ml en el día 4 correspondiente al tratamiento de 15 % y 4,88 mg/ml en el día 12 correspondiente al tratamiento de 30 %.

Tabla 13

Análisis de varianza de capacidad antioxidante

Fuente de varianza	F	p
Proporción de pulpa (A)	2917,83	0,00*
Tiempo de almacenamiento (B)	1632,85	0,00*
Interacción A x B	888,61	0,00*

*Significativo a $\alpha = 0,05$.

El análisis de varianza indica que, existen evidencias estadísticas suficientes para confirmar que las proporciones de pulpa, el tiempo de almacenamiento y la interacción de ambos factores tiene efecto significativo en las capacidades antioxidantes del yogurt frutado con pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*.

Los resultados de EC_{50} de los yogures por medio de la prueba de DPPH se muestra en la tabla 12 sobre el potencial antioxidante del yogurt frutado a concentraciones de 0 %, 15 % y 30 % (YC, YST1 y YST2 respectivamente). Las actividades antioxidantes más altas se presentaron en el día 4 de almacenamiento con concentración del 15 % de fruta con valor de EC_{50} (4,81 mg/ml), seguido con el 30 % de concentración de fruta obteniendo un valor de EC_{50} (4,88 mg/ml). En consecuencia, a lo largo de los días se evidenciaron decaimiento en los valores de DPPH a partir del día 12 de almacenamiento en todos los casos. La acción de eliminación de radicales DPPH de todos los yogures fue comparable durante el tiempo de almacenamiento de 20 días bajo refrigeración de 4°C. Sin embargo, el resultado obtenido del trabajo en estudio es inconsistente con los resultados de estudios similares realizados para determinar los efectos de diferentes especies de pulpa de annona sobre la actividad antioxidante del yogurt (Senadeera *et al*., 2018), ya que informaron que los yogures preparados con pulpas de fruta presentaron mayores actividades antioxidantes en el primer día de almacenamiento.

Así mismo HuaPan *et al*. (2019) en su hallazgo encontró que los efectos del jugo de granada en polvo como sustituto del azúcar en el yogurt demostró que cuanto mayor era el nivel de jugo de granada encontraron mayor actividad antioxidante

en el yogurt durante el almacenamiento por 21 días. De manera similar la adición del orujo de uva liofilizado por los autores Demirkol & Tarakci (2018), y extracto de uva y callos según Karaaslan *et al*. (2011) al yogurt, mostró una mayor actividad antioxidante al comienzo del periodo de almacenamiento utilizando el ensayo de eliminación de radicales de DPPH. Por otro lado Zapata *et al*. (2015) descubrieron que el almíbar de mortiño aumentó la actividad antioxidante entre los primeros 8 y 12 de almacenamiento y luego un descenso del valor de DPPH en todos los casos. Las capacidades antioxidantes de los alimentos vegetales, no solamente se calcula por la capacidad antioxidante total de los componentes, sino también dependen del microambiente en el que actúan los compuestos presentes, produciendo efecto sinérgico o inhibitorio Muñoz *et al.* (2007).

4.5. Evaluación sensorial

Durante el desarrollo del yogurt frutado se elaboraron pruebas con diferentes concentraciones de pulpa concentrada de siraca *(Rubus robustus)* para determinar cuál de ellas tenía mayor aceptabilidad (Apéndice 01).

El análisis sensorial de la formulación del yogurt que contenía 15% y 30% (p/v) de pulpa concentrada de siraca *(Rubus robustus)* se realizó con 50 panelistas no entrenados a quienes se les pidió evaluar las características sensoriales de las muestras y concluir según el gusto, dicho accionar se muestra en las figuras 8, 9 y 10.

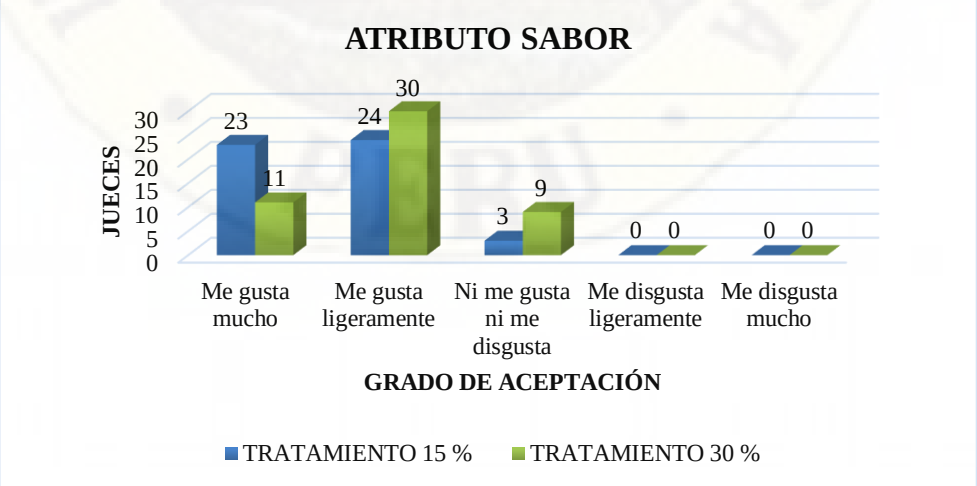


Figura 8. Grado de aceptación del atributo sabor

En la figura 8 se observa que el yogurt añadido con concentración de 15% de fruta de siraca (*Rubus robustus*) presentó la mayor aceptación obteniendo mayor puntuación en el atributo sabor que estuvieron entre "me gustó ligeramente" y "me gustó mucho", mientras que el tratamiento con mayor aceptación en el atributo color (figura 9) con puntuación media (4,08) fue el yogurt con 30% de fruta y el menos aceptado fue el yogurt con tratamiento de 15 % de concentración de siraca (*Rubus robustus).*

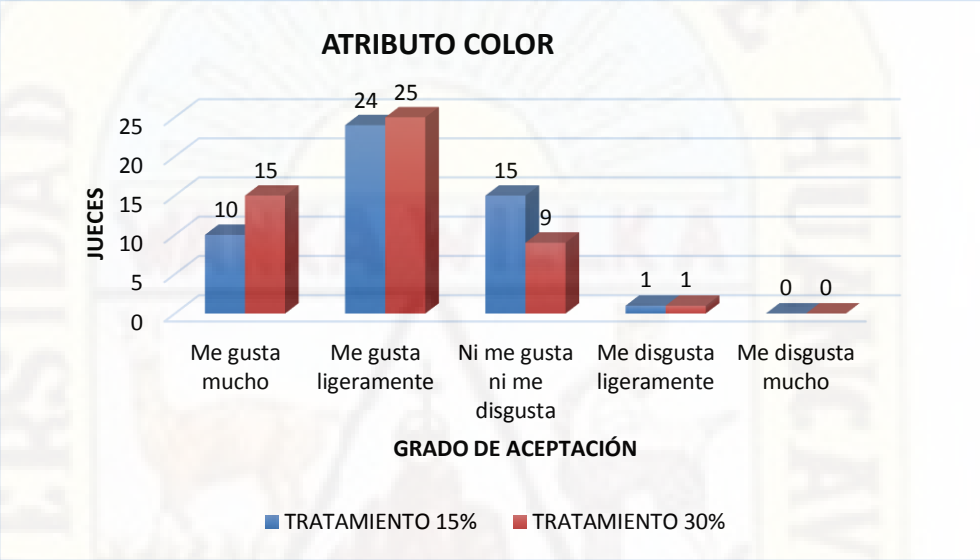


Figura 9. Grado de aceptación del color

En el atributo color no hubo diferencias estadísticas significativa entre el tratamiento de 15% y 30% las cuales presentaron el grado de aceptación me gusta mucho. En cambio, los panelistas indicaron que el tratamiento YST1 con 15% de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* que el sabor y dulzor fue de gran acogida en su aceptación obteniendo una calificación más alta en promedio en comparación con las muestras del yogurt frutado con 30% de siraca (*Rubus robustus)*.

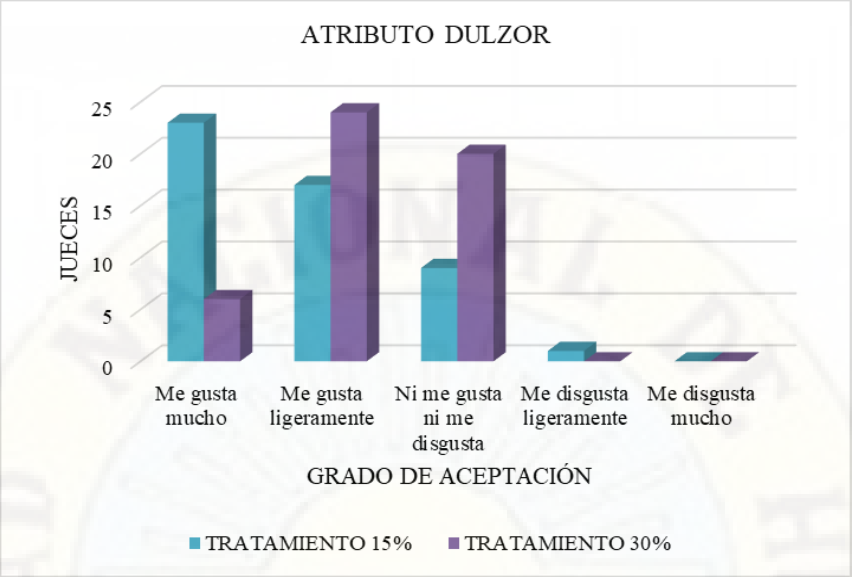


Figura 10. Grado de aceptación del atributo Dulzor

Sin embargo, el yogurt fortificado con 30 % de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* redujo su aceptabilidad a los panelistas con un leve decremento en los atributos sensoriales, hecho que puede explicarse al apreciar la caída en los valores de pH, el aumento de los valores de acidez que mientras más concentración de la adición de fruta, se incrementa la acidez influyendo en el sabor, así mismo señalaron que presentó mayor dulzor contribuyendo al posible rechazo, pero resaltando que el color en el tratamiento con mayor concentración atraían de manera particular. De igual modo Cueva (2003) indicó que el tratamiento con 14% de puré de fresa tuvo buena aceptación por los consumidores con respecto al olor, dulzor y apariencia de los productos, por ser naturales y agradables. Así mismo en el estudio efectuada por Zapata *et al.* (2015) reporta que el yogurt fortificado con 20% de fruta de mortiño presentó mayor aceptación con respecto a todos los atributos sensoriales.

A continuación, se muestra el resultado obtenido del análisis sensorial, los cuales fueron procesados por medio de las pruebas no paramétricas de Friedman, a una significancia de 5 %.

A. PARA EL COLOR:

Tabla 14. *Resultados de la prueba de Friedman del atributo Color.*

Rangos	
tratamientos	Rango promedio
15 %	1,40
30 %	1,60

Estadístico de contraste [a]

N	50
Chi-cuadrado	2,174
gl	1
Sig. asintótica	0,140

a. Prueba de Friedman

En el presente trabajo de investigación la significancia es de 0,140 mayor a 0,05 lo cual nos da a entender que los tratamientos de yogurt frutado de 15 % y 30 % no presentaron diferencia significativa con respecto al atributo color. Por ello no se realizó las pruebas de múltiple comparación.

Diagrama de caja del atributo color

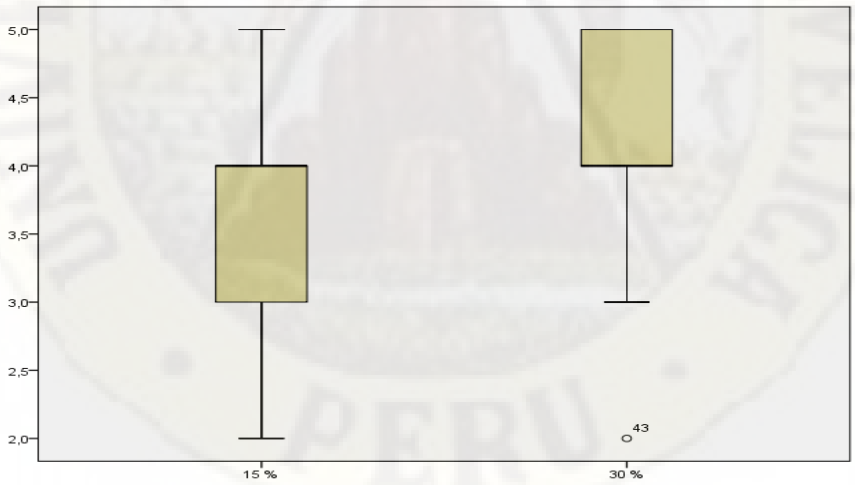


Figura 11. Diagrama de caja del atributo color

En la figura 11 del diagrama se muestra que las medianas son casi semejantes estadísticamente. Sin embargo, el tratamiento 30% muestra valores de dispersión en la parte baja siendo valor atípico presentando una asimetría en comparación con el tratamiento de 15 % lo cual no tiene valores extremos y la longitud de los bigotes son iguales.

B. PARA EL SABOR

Tabla 15. *Resultados de la prueba de Friedman del atributo Sabor.*

Rangos	
tratamientos	Rango promedio
15 %	1,67
30 %	1,33

Estadísticos de contraste [a]

N	50
Chi-cuadrado	7,049
gl	1
Sig. asintótica	0,008

[a.] Prueba de Friedman

En el presente trabajo de investigación la significancia es de 0,008 menor a 0,05 lo cual nos da a entender que existen evidencias estadísticas suficientes para confirmar que el tratamiento de 15 % y 30 % presentan diferencias significativas. Por lo tanto, no se realizaron las comparaciones múltiples porque hay menos de tres tratamientos en el presente trabajo. Sin embargo, conforme a las gráficas obtenidas que se indican en la figura 8 se concluye con mayor aceptación al tratamiento que tuvo 15 % de concentración de pulpa de fruta.

Diagrama de caja para el atributo sabor

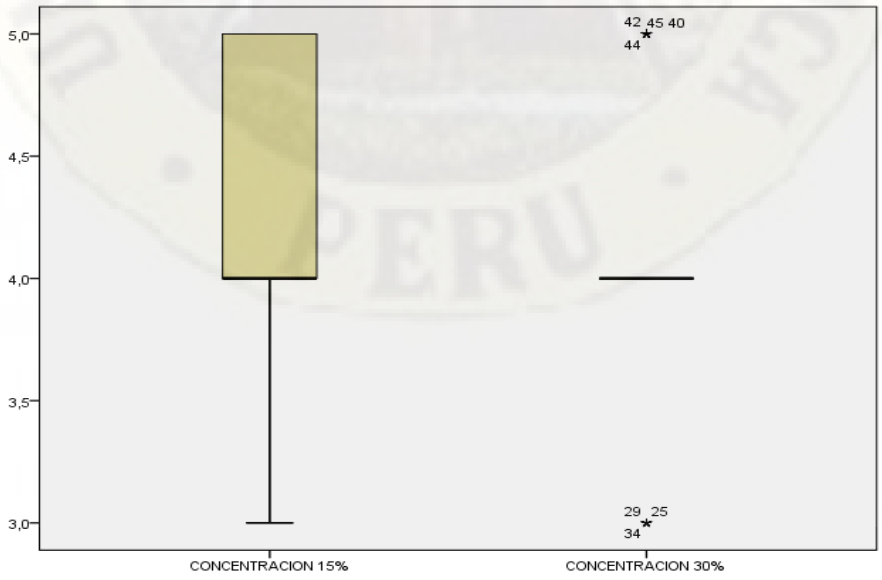


Figura 12. Diagrama de caja del atributo sabor

En la figura 12 se puede observar que el diagrama de caja y bigotes del tratamiento del 15 % presenta una aceptación de agrado mediana más alta y una adecuada distribución de los datos en relación del tratamiento 30 % que muestran puntos aislados, el cual indica valores extremos debido a que tuvo mayor variabilidad de los datos.

C. PARA EL DULZOR

Tabla 16. *Resultados de la prueba de Friedman del atributo Dulzor.*

Rangos	
tratamientos	Rango promedio
15 %	1,69
30 %	1,31

Estadístico de contraste [a]

N	50
Chi-cuadrado	8,395
gl	1
Sig. asintótica	0,004

[a.] Prueba de Friedman

En el presente trabajo de investigación la significancia es de 0,004 menor a 0,05 lo cual nos da a entender que existen evidencias estadísticas para confirmar que el tratamiento de yogurt frutado de 15 % y 30 % son significativamente diferentes.

Por lo tanto, no se realizó las comparaciones múltiples porque hay menos de tres tratamientos en el presente trabajo. Sin embargo, conforme a las gráficas obtenidas como en el caso de la figura 10 se concluyó que tuvo una alta aceptabilidad el tratamiento con 15 % de concentración de pulpa de fruta.

Diagrama de caja para el atributo dulzor

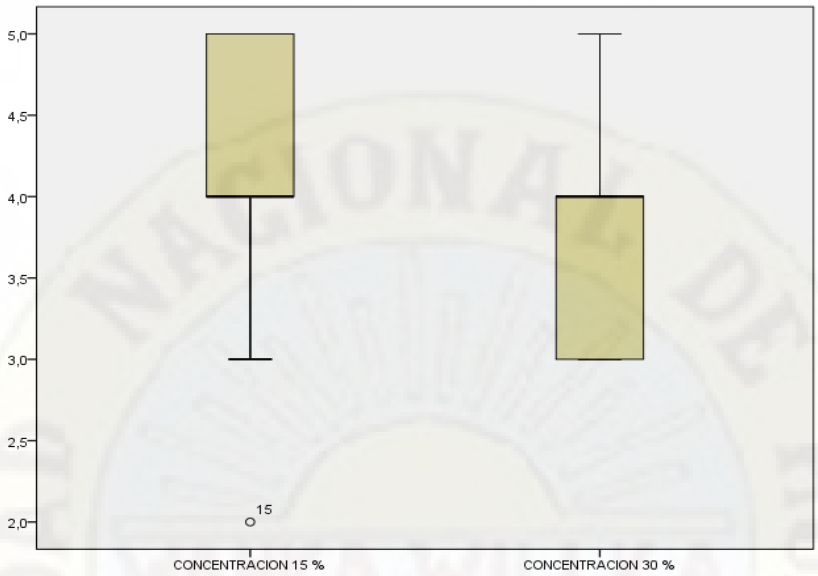


Figura 13. Diagrama de caja del atributo sabor

Observando la figura 12 el diagrama de caja del tratamiento del 15 % presenta una aceptación de agrado mediana superior en comparación al tratamiento del 30% ya que la parte baja de la caja es más larga que la parte alta, por lo que nos indica que los panelistas prefirieron más el yogurt con 15 % de concentración de siraca (*Rubus robustus).*

De acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos en la Tabla 15, 17 y 19 y las gráficas obtenidas Figuras (8, 9 y 10) de las variables color, sabor y dulzor demuestran que si existe efecto significativo entre los tratamientos de 15 % y 30 % de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)* en el yogurt.

Por lo tanto, se concluye que el tratamiento con 15 % de la adición de la pulpa de fruta de siraca (*Rubus robustus)* presentó mayores calificaciones teniendo relevancia en el Dulzor y sabor por lo que indica que estos tuvieron una buena aceptación y acuerdo a este resultado se ha realizado los análisis proximales químicos.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados de esta investigación se demostró que el tiempo de almacenamiento y las concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* tuvo efecto significativo en las propiedades fisicoquímicas ocasionando la disminución de los valores de pH en el yogurt frutado a lo largo del tiempo de almacenamiento, esto debido a la productividad de los ácidos lácticos, del mismo modo, la acidez aumentó progresivamente conforme se incrementó la concentración de la pulpa de siraca (*Rubus robustus*) llegando al valor máximo de 1, 34 % de ácido láctico.

- Las adiciones de la concentración de pulpa concentrada de siraca (*Robus robustus)* y tiempo de almacenamiento tuvo efecto significativo en la capacidad antioxidante del yogurt frutado, mientras mayor fue el tiempo de almacenamiento se obtuvo una mayor capacidad antioxidante teniendo los valores máximos durante los primeros 4 y 12 días de almacenamiento que podría deberse al contenido fenólico siendo una rica fuente de antioxidantes naturales, lo que indica que la pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus*) puede ser una forma práctica de valorizar este producto como nuevo ingrediente en la adición de yogures.

- El yogurt con 15 % de concentración de pulpa de siraca (*Robus robustus)* obtuvo una mayor calificación en comparación a los otros tratamientos con respecto a las características sensoriales evaluadas por los panelistas, obteniendo como resultado del yogurt frutado la siguiente composición químico proximal: humedad 70,03 g/100g, ceniza 0,78 g/100g, grasa 2,56 g/100g, proteína 3,59 g/100g, fibra 1,42g/100g, carbohidratos 21,62 g/100g, Energía total 118,47 kcal. Por ende, la siraca (*Robus robustus)* puede considerarse como una fuente de fibra dietaria y un colorante natural.

- Para establecer el tiempo de vida útil del yogurt frutado a 4 °C, se tomó el valor límite 1,5 % de ácido láctico establecido como requisito de la Norma Técnica Peruana para la acidez del yogurt, en base al parámetro se obtuvo un tiempo de 20 días presentando los resultados esperados ya que el comportamiento del ácido láctico fue estable y se mantuvo dentro de los rangos todos los tratamientos.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de siraca (*Rubus robustus)* secado por diferentes métodos sobre las propiedades fisicoquímicas y bioactivos del yogurt.
- Realizar evaluación sensorial por cada tiempo de almacenamiento del yogurt frutado para saber el límite de tiempo en la cual el producto todavía es aceptable por la población consumidora.
- Realizar los cálculos del número de unidad formadora de colonia (UFC) para comprobar si el yogurt pudiera ser prebiótico.

Referencias bibliográficas

Alam, N., Bristi, N., y Rafiquzzaman, M. (2013, Abril). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal, volumen* 21(2), 143–152. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.05.002

Babio, N., Mena, G. y Salas J. (2017). Mas alla del valor nutricional del yogurt:¿un indicador de la calidad de la dieta?. *Revista Nut Hosp.,* 34(4).

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Revista Lebensmittel Wissenschaft Technologie, 28(1), 25-30.

Briceño, A., Martinez, R., y García, K. (2001). Viabilidad y actvidad de flora láctica (Streptococcus salivarius, Lactobacillus bulgaricus) del yogurt de Venezuela. *Acta Cient Venez., 52(1),* 46-54.

Costa, A., Nicolau, E., Torres, M., Fernandes, P., Rosa, S. y Nascimento, R. (2013). *Desenvolvimento e caracterizacao fisico-quimica, microbiologica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada con diferentes estabilizantes/espessantes. Ciencias Agrarias, 34*(1), 209-226.

Cueva, O. (2003). Elaboración de yogur firme sabor fresa.

Demirkol, M., & Tarakci, Z. (2018, Noviembre). Effect of grape (*Vitis labrusca L.*) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and bioactive properties of yoghurt. *LWT, Vol 97*, 770-777.

Espinosa Manfugás. (2007). Evaluación sensorial de Alimentos. Editorial Universitaria (cuba).

FAO. (2003). Fichas técnicas Procesados de lácteos. http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf.

FAO. (2009). *Tabla de composición de alimentos de América Latina*. *International Network of Food Data Systems (INFOODS).*

Farfan, F. (2011). *Extracción de antocianinas del fruto de la siraca (Rubus robustus) por lixiviación y secadas por atomización[Tesis de pregrado].* Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac. Apurimac, Perú.

Fernandez, M. (2007). *Definiciones de lácteos.* Editorial Madrid.

Fernandez M. y Marette A. (2017, Enero 11). "Beneficios potenciales para la salud de combinar yogur y frutas según sus propiedades probióticas y prebióticas". *Advances in Nutrition. 8(1), 155.164.* https://doi.org/10.3945/an.115.011114

Guevara, A. (2015). *Elaboracion de pulpas, Zumos, nectares, deshidratados y fruta confitada.* Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Hassan, A. y Amjad, I. (2010, Mayo 17). Nutritional evaluation of yogurt prepared by different starter cultures and their physiochemical aanalysis during storage. *African Journal of Biotechonology. 9(20)*, 2913-2917.

Hernandez, A. (2003). Microbiología Industrial, productos lácteos. San José: 1st editorial EUNED.

Hernandez Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Interamericana.

HuaPan, L., Fei Liu, ZhongLuo, S. y PingLuo, J. (2019, Noviembre). Pomegranate juice powder as sugar replacer enhanced quality and function of set yogurts: Structure, rheological property, antioxidant activity and in vitro bioaccessibility. *Revista LWT, Vol (115)*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108479

Inostroza, L., Castro, A., Hernandez, E., y Carhuapoma, M. (2015). Actividad Antioxidante de tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur. *Revista Ciencia e investigación, 18(2),* 83-89.

Jaster, H., Demaman , G., y Rezzadori, K. (2018, Febrero). Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. *Food Research International, (104), 119-125.* https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.006

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., y Brulé, G. (2010). *Ciencia de los alimentos. Bioquímica, microbiología, procesos, productos (*2ª ed.). *Editorial Acribia SA.*

Karaaslan, M., Ozden, M., Vardin, H. y Turkoglu, H. (2011, Mayo). Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. *Food Science and Technology, 44(4)*, 1065-1072. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.009

Karnopp, R., Guimaraes, K. y Forville, E. (2017, 15 octubre). Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives. *Food Chemistry, 233*, 401-411. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.112

Karre, L., Lopez, K. y Getty K. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. Revista Elsevier, 94(2), 220–227.

Kiros, E., Seifu, E., y Bultosa, G. (2016). "Effect of carrot juice and stabilizer on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt". *Revista LWT-Food Science and Technology, 69(1)*, 191-196. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.026

Liria D., M. (2007). Guia para la evaluacion sensorial de alimentos. Instituto de Investigación Nutricional.

Lopez, A. (2003). *Manual de industrias lácteas.* Madrid.

Muniandy, P., Bakr Shori, A., y Salihin, A. (2016, Junio). influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Revista Food Packaging and Shelf Life, 8(1),* 1-8.

Muñoz, A., Ramos, F., Alvarado, C., y Castañeda, B. (2007, Septiembre). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista Sociedad Química del Perú, 73(3),* 142-149.

Muñoz, N. (2009). "Evaluación de yogurt de camu camu a tres concentraciones de azúcar y tres temperaturas del almíbar frutado"[Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Norma Técnica Peruana. (2009). Jugos, Néctares y Bebidas de fruta. *Requisitos*. NTP 203.110.

Norma Técnica Peruana. (2012). Leche y Productos Lácteos. *Leche cruda. Determinacion de la acidez.Metodo volumétric*o.NTP 202.116.

Norma Tecnica Peruana. (2014). Leche y productos Lácteos. *Yogurt, Requisitos*. NTP 202.092.2014. 5ª ed.

Parra, R. (2014,Diciembre). Caracteristicas fisicoquimicas, sensoriales, proximales y microbiologicas de un yogurt con chocolate en refrigeración. *temas agrarios, 19(2),* 146-158.

Parra, R., Barrera, L., y Rodriguez, D. (2015, Diciembre). Evaluación de la adición de avena, mango y estevia en un yogur elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca. *Corpoica, Ciencia y Tecnología, 16(2),* 169-175.

Parra Huertas, R. (2012). Yogurt en la salud humana. *Rev. Lasallista de Investigacion, 9(2)*.

Rafieian-Kopaei, M., Baradaran, A. y Rafieian, M. (2013, Julio). Oxidative stress and the paradoxical effects of antioxidants. *Journal of Research in Medical Sciences, 18(7),* 628. http://jrms.mui.ac.ir/index.php/jrms/article/viewFile/9316/3952

Ramirez, R. (2013). Tecnologia de frutas y hortalizas.[contenido didactico del curso]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Basicas de tecnologia y ingenieria de alimentos.

Rojas, W., Chacón, A. y Pineda, M. (2007). caracteristicas del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Agronomía Mesoamericana, 18(2),* 221-237.

Ruiz, J. y Ramírez, A. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium spp y Lacctobacillus acidophilus)* e Inulina. *Revista de la Facultad de Agronomia,,* 26(2).

Senadeera, S., Prasanna, P., Jayawardana, N. y Gunasekara, D. (2018, Noviembre). Antioxidant, physicochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yoghurt incorporated with various Annona species pulp. *revista Heliyon, 44*(11).

Tovar, J. (2013). Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera. editorial Universidad Tecnologica de Pereira.

Vargas, T. (2006). Tiempo de vida útil en productos lácteos. Editorial Acrbia Zaragoza.

Venero, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev Cubana Med Milit*, 31(2): 126-33.

Zamora, J. (2007). Micronutrientes en lucha por la salud. *Revista chilena de nutrición, bromatología y toxicología, 34(1)*, 17-26.

Yanislieva N. y Gordon, J. (2004). Antioxidantes de los alimentos: aplicaciones practicas. Zargoza:Edit. Acribia.

Zapata, I., Sepúlveda, U. y Rojano, B. (2015). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquimicas, Probioticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño(Vaccinium meridionale Sw). *Revista Scielo, 26 (2)*, 17-28. https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n2/art04.pdf

Apéndice

Apéndice 1

Resultados de Evaluación Sensorial

PANELISTAS	COLOR		SABOR		DULZOR	
	1703	1430	1703	1430	1703	1430
	15%	30%	15%	30%	15%	30%
1	3	4	4	4	3	4
2	3	4	5	4	4	5
3	3	4	5	5	4	5
4	4	5	4	3	3	4
5	3	5	5	4	3	4
6	4	5	5	4	3	4
7	5	5	4	5	5	4
8	4	5	4	5	5	4
9	3	4	5	4	3	4
10	3	4	4	4	5	4
11	4	4	4	1	3	4
12	4	4	5	4	4	3
13	4	4	5	4	5	3
14	3	4	5	4	4	3
15	3	4	4	3	2	4
16	4	3	4	5	4	3
17	3	4	4	3	4	3
18	5	4	5	4	5	4
19	5	4	4	4	5	3
20	4	5	4	3	4	3
21	4	3	4	4	4	3
22	4	5	5	4	5	4
23	5	4	5	4	5	4
24	4	3	4	5	5	4
25	2	4	5	3	5	3
26	3	5	5	4	5	5
27	5	4	5	4	5	4
28	4	5	5	4	4	5
29	3	4	4	3	4	5
30	3	4	5	5	5	4
31	5	4	5	4	5	4
32	4	5	5	4	4	4
33	5	4	5	4	3	3
34	4	5	4	3	4	4

35	3	4	4	4	4	4
36	4	3	4	5	4	4
37	5	4	5	4	4	3
38	4	3	3	4	5	3
39	4	5	4	4	5	4
40	3	4	4	5	5	3
41	4	5	5	4	5	3
42	4	3	4	5	5	3
43	4	2	4	3	3	3
44	4	5	4	5	5	4
45	4	3	4	5	5	3
46	3	4	3	4	4	3
47	5	4	3	4	4	3
48	5	3	5	4	5	4
49	4	3	4	5	5	3
50	4	5	5	4	3	5
PROMEDIO	3.86	4.08	4.40	4.02	4.24	3.72

Apéndice 2

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Ficha de evaluación sensorial de yogurt frutado con siraca (*rubus robustus)*

Nombre: ……..…… Fecha:…….

IMPORTANTE: Por favor lea las instrucciones antes de iniciar

Pruebe las tres muestras codificadas y evalúe los atributos (color, sabor, dulzor) que se le presenta a continuación e indique **según la escala de agrado,** su opinión sobre ellas.

Por favor marque con una **X** en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra de yogurt codificada.

EVALUACIÓN EN CUANTO AL COLOR

ESCALA DE AGRADO	PUNTUACIÓN	1430	1703
Me gusta mucho	5		
Me gusta ligeramente	4		
Ni me gusta ni me disgusta	3		
Me disgusta ligeramente	2		
Me disgusta mucho	1		

* Se utilizó el mismo formato de ficha de Evaluación Sensorial para el atributo **SABOR y DULZOR**

Apéndice 3

Resultados de Análisis de pH de las muestras durante el almacenamiento

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL 02

RESULTADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Yessica Margot GUTIERREZ QUILCA
PRODUCTO DECLARADO : Yogurt frutado con Siraca
NÚMERO DE MUESTRAS : 18 muestras x 250 g
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE RECEPCIÓN : 14 de octubre del 2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : 16 de noviembre del 2019
ENSAYO SOLICITADO : pH.

TRATAMIENTO	Repeticiones	DIA 0	DIA 4	DIA 8	DIA 12	DIA 16	DIA 20
Control (0%)	1	4.56	4.48	4.41	4.36	4.38	4.34
	2	4.51	4.47	4.40	4.38	4.31	4.23
	3	4.55	4.43	4.39	4.34	4.27	4.21
	Promedio	4.54	4.46	4.40	4.36	4.32	4.26
15 %	1	4.36	4.24	4.20	4.14	4.07	3.99
	2	4.35	4.21	4.16	4.15	4.05	4.03
	3	4.37	4.18	4.18	4.13	4.15	4.01
	Promedio	4.36	4.21	4.18	4.14	4.09	4.01
30 %	1	4.21	4.09	4.07	3.92	3.92	3.74
	2	4.19	4.1	4.06	4.00	3.82	3.81
	3	4.17	4.11	4.02	3.9	3.90	3.7
	Promedio	4.19	4.10	4.05	3.94	3.88	3.75

Métodos utilizados:

1. *Potenciómetro (Hanna).*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
E.P. ING. AGROINDUSTRIAL
M.Sc. Roberto C. Chuquilin Goicochea
JEFE DE LABORATORIO

Nº Registro: 009-2019

Av. Evitamiento Este S/N – Acobamba – Acobamba – Huancavelica – Perú
Teléfono: 998793955
Correo: roberto.chuquilin@unh.edu.pe

Apéndice 3

Resultados de Análisis de acidez de las muestras durante el almacenamiento

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL 02

RESULTADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Yessica Margot GUTIERREZ QUILCA
PRODUCTO DECLARADO : Yogurt frutado con Siraca
NÚMERO DE MUESTRAS : 18 muestras x 250 g
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE RECEPCIÓN : 14 de octubre del 2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : 16 de noviembre del 2019
ENSAYO SOLICITADO : Acidez titulable.

TRATAMIENTO	Repetición	DIA 0	DIA 4	DIA 8	DIA 12	DIA 16	DIA 20
CONTROL	R1	6.4	6.8	7.4	7.4	7.7	8.3
	R2	6.2	6.6	7.1	7.1	7.5	8.1
	R3	6.3	7	6.9	7.4	7.9	8.5
	PROMEDIO	6.3	6.8	7.1	7.3	7.7	8.3
	% de Ácido Láctico	0.57%	0.61%	0.64%	0.66%	0.69%	0.75%
15%	R1	6.8	7.1	7.5	7.9	8.4	9.5
	R2	7.0	7.2	7.6	7.8	8.4	9.6
	R3	6.9	7.0	7.4	8.2	8.1	9.7
	PROMEDIO	6.9	7.1	7.5	8.0	8.3	9.6
	% de Ácido Láctico	0.62%	0.64%	0.68%	0.72%	0.75%	0.86%
30%	R1	8.1	8.3	9.4	10.1	11.7	15
	R2	8.3	8.5	9.0	10	11.6	15.1
	R3	8.2	8.4	9.2	9.9	11.8	14.6
	PROMEDIO	8.2	8.4	9.2	10	11.7	14.9
	% de Ácido Láctico	0.74%	0.76%	0.83%	0.90%	1.05%	1.34%

Métodos utilizados:

1. *Titulación con NaOH 0.1 N.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
E.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
M.Sc. Roberto Chuquilin Goicochea
JEFE DE LABORATORIO

N° Registro: 010-2019

Av. Evitamiento Este S/N – Acobamba – Acobamba – Huancavelica – Perú
Teléfono: 998793955
Correo: roberto.chuquilin@unh.edu.pe

Apéndice 3

Resultados de Análisis de Capacidad Antioxidante de las muestras durante el almacenamiento.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL 02

SOLICITANTE	: Yessica Margot GUTIERREZ QUILCA
PRODUCTO DECLARADO	: Yogurt frutado con Siraca
NÚMERO DE MUESTRAS	: 18 muestras x 250 g
MUESTREADO POR	: Solicitante
FECHA DE RECEPCIÓN	: 14 de octubre del 2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: 16 de noviembre del 2019
ENSAYO SOLICITADO	: Capacidad antioxidante.

Tiempo de almacenamiento (Días)	Control	15%	30%
0	4.99	3.09	2.58
4	4.92	4.81	3.8
8	3.9	4.09	3.99
12	4.87	4.14	4.88
16	4.98	4.47	4.08
20	4.23	3.3	3.97

Métodos utilizados:

1. *DPPH (Brand-Williams, Cuvelier & Berset, 1994).*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
E.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
M.Sc. Roberto Chuquilin Goicochea
JEFE DE LABORATORIO

Nº Registro: 011-2019

Av. Evitamiento Este S/N – Acobamba – Acobamba – Huancavelica – Perú
Teléfono: 998793955
Correo: roberto.chuquilin@unh.edu.pe

Apéndice 4

Resultados de cálculos de análisis de varianza del pH del yogurt frutado

Diseño factorial de múltiples niveles

```
Factores:        2     Réplicas:           3
Corridas base:  18     Total de corridas:  54
Bloques base:    1     Total de bloques:    1

Número de niveles: 6, 3
```

Regresión factorial general: pH vs. TIEMPO, CONCENTRACIÓN

```
Información del factor

Factor         Niveles  Valores
TIEMPO               6  0, 4, 8, 12, 16, 20
CONCENTRACION        3  0, 15, 30


Análisis de Varianza

Fuente                          GL  SC Ajust.  MC Ajust.  Valor F  Valor p
Modelo                          17    2.22780   0.131047    96.28    0.000
  Lineal                         7    2.18870   0.312671   229.72    0.000
    TIEMPO                       5    0.70640   0.141280   103.80    0.000
    CONCENTRACION                2    1.48230   0.741150   544.52    0.000
  Interacciones de 2 términos   10    0.03910   0.003910     2.87    0.010
    TIEMPO*CONCENTRACION        10    0.03910   0.003910     2.87    0.010
Error                           36    0.04900   0.001361
Total                           53    2.27680


Resumen del modelo

                      R-cuad.  R-cuad.
       S  R-cuad.  (ajustado)   (pred)
0.0368932   97.85%      96.83%   95.16%


Coeficientes

                              EE del
Término                 Coef   coef.  Valor T  Valor p   VIF
Constante            4.18000 0.00502   832.58    0.000
TIEMPO
  0                   0.1833  0.0112    16.33    0.000  1.67
  4                   0.0767  0.0112     6.83    0.000  1.67
  8                   0.0300  0.0112     2.67    0.011  1.67
  12                 -0.0333  0.0112    -2.97    0.005  1.67
  16                 -0.0833  0.0112    -7.42    0.000  1.67
CONCENTRACION
  0                  0.21000 0.00710    29.58    0.000  1.33
  15                -0.01500 0.00710    -2.11    0.042  1.33
TIEMPO*CONCENTRACION
  0 0                -0.0333  0.0159    -2.10    0.043  2.22
  0 15                0.0117  0.0159     0.73    0.467  2.22
  4 0                -0.0067  0.0159    -0.42    0.677  2.22
  4 15               -0.0317  0.0159    -1.99    0.054  2.22
  8 0                -0.0200  0.0159    -1.26    0.216  2.22
  8 15               -0.0150  0.0159    -0.94    0.351  2.22
  12 0                0.0033  0.0159     0.21    0.835  2.22
  12 15               0.0083  0.0159     0.52    0.603  2.22
```

Apéndice 4

Resultados de cálculos de análisis de varianza de acidez del yogurt frutado

Diseño factorial de múltiples niveles

```
Factores:        2     Réplicas:           3
Corridas base:  18     Total de corridas:  54
Bloques base:    1     Total de bloques:    1

Número de niveles: 6, 3
```

Regresión factorial general: (ACIDEZ) vs. TIEMPO, CONCENTRACIÓN

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TIEMPO	6	0, 4, 8, 12, 16, 20
CONCENTRACIÓN	3	0, 15, 30

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	17	1.75430	0.103194	406.75	0.000
Lineal	7	1.51065	0.215807	850.63	0.000
TIEMPO	5	0.70824	0.141647	558.32	0.000
CONCENTRACIÓN	2	0.80241	0.401207	1581.40	0.000
Interacciones de 2 términos	10	0.24365	0.024365	96.04	0.000
TIEMPO*CONCENTRACIÓN	10	0.24365	0.024365	96.04	0.000
Error	36	0.00913	0.000254		
Total	53	1.76344			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0159281	99.48%	99.24%	98.83%

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	VIF
Constante	0.76741	0.00217	354.05	0.000	
TIEMPO					
0	-0.12407	0.00485	-25.60	0.000	1.67
4	-0.09741	0.00485	-20.10	0.000	1.67
8	-0.05074	0.00485	-10.47	0.000	1.67
12	-0.00852	0.00485	-1.76	0.087	1.67
16	0.06370	0.00485	13.14	0.000	1.67
CONCENTRACIÓN					
0	-0.11296	0.00307	-36.85	0.000	1.33
15	-0.05630	0.00307	-18.37	0.000	1.33
TIEMPO*CONCENTRACIÓN					
0 0	0.03963	0.00685	5.78	0.000	2.22
0 15	0.03296	0.00685	4.81	0.000	2.22
4 0	0.05296	0.00685	7.73	0.000	2.22
4 15	0.02630	0.00685	3.84	0.000	2.22
8 0	0.03963	0.00685	5.78	0.000	2.22
8 15	0.01630	0.00685	2.38	0.023	2.22
12 0	0.01407	0.00685	2.05	0.047	2.22
12 15	0.01407	0.00685	2.05	0.047	2.22
16 0	-0.02481	0.00685	-3.62	0.001	2.22
16 15	-0.02481	0.00685	-3.62	0.001	2.22

Apéndice 4

Resultados de cálculos de análisis de varianza de la capacidad antioxidante del yogurt frutado

Diseño factorial de múltiples niveles

Factores:	2	Réplicas:	3
Corridas base:	18	Total de corridas:	54
Bloques base:	1	Total de bloques:	1

Modelo lineal general: EC50 vs. concentración, tiempo

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
concentración	Fijo	3	0, 15, 30
tiempo	Fijo	6	0, 4, 8, 12, 16, 20

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
concentracion	2	6.2247	3.11235	2917.83	0.000
tiempo	5	8.7085	1.74171	1632.85	0.000
concentracion*tiempo	10	9.4785	0.94785	888.61	0.000
Error	36	0.0384	0.00107		
Total	53	24.4502			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0326599	99.84%	99.77%	99.65%

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	VIF
Constante	4.17167	0.00444	938.63	0.000	
concentracion					
0	0.47667	0.00629	75.84	0.000	1.33
15	-0.18833	0.00629	-29.96	0.000	1.33
tiempo					
0	-0.61833	0.00994	-62.22	0.000	1.67
4	0.33833	0.00994	34.04	0.000	1.67
8	-0.17833	0.00994	-17.94	0.000	1.67
12	0.45833	0.00994	46.12	0.000	1.67
16	0.33833	0.00994	34.04	0.000	1.67
concentracion*tiempo					
0 0	0.9600	0.0141	68.31	0.000	2.22
0 4	-0.0667	0.0141	-4.74	0.000	2.22
0 8	-0.5700	0.0141	-40.56	0.000	2.22
0 12	-0.2367	0.0141	-16.84	0.000	2.22
0 16	-0.0067	0.0141	-0.47	0.638	2.22
15 0	-0.2750	0.0141	-19.57	0.000	2.22
15 4	0.4883	0.0141	34.75	0.000	2.22
15 8	0.2850	0.0141	20.28	0.000	2.22
15 12	-0.3017	0.0141	-21.46	0.000	2.22
15 16	0.1483	0.0141	10.55	0.000	2.22

Apéndice 4

4.1. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA

I. Planteamiento de hipótesis

H_0: No existe diferencia significativa entre los tratamientos de yogurt con siraca.

H_1**:** Existe diferencia significativa al menos en una de los tratamientos de yogurt con siraca.

II. Elección del nivel de significancia $\propto$ **= 0,05 = 5 %**

III. Tipos de prueba de hipótesis: Friedman y Comparaciones Múltiples

IV. Criterios de decisión

- Si el valor "p" $\leq$ 0,05, se rechaza H_0 y aceptar la H_1.
- Si el valor "p" $\geq$ 0,05, se acepta H_0.

V. Desarrollo de la prueba estadística de Friedman

- Los datos obtenidos se procesaron con el programa IBM SPSS.
- Cuando la prueba de Friedman resulte significativa se debe realizar la prueba de comparaciones múltiples.

4.2. Resultados obtenidos del <u>ATRIBUTO COLOR</u> aplicado en el Programa SPSS con la PRUEBA DE FRIEDMAN

Pruebas no paramétricas

[Conjunto_de_datos1] D:\SPPS ESTADISTICOS\PRUEBA DE FRIEDMAN\COLOR.sav

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
15 %	50	3,86	,756	2	5
30 %	50	4,08	,752	2	5

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
15 %	1,40
30 %	1,60

Estadísticos de contraste[a]

N	50
Chi-cuadrado	2,174
gl	1
Sig. asintót.	,140

a. Prueba de Friedman

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de 15 % and 30 % son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	,140	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

4.3. Resultados obtenidos del ATRIBUTO SABOR aplicado en el Programa SPSS con la PRUEBA DE FRIEDMAN

Pruebas no paramétricas

[Conjunto_de_datos0] D:\SPPS ESTADISTICOS\PRUEBA DE FRIEDMAN\SABOR DATOS COMPLETO 2CONCENTRACIONES.sav

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
CONCENTRACION 15%	50	4,40	,606	3	5
CONCENTRACION 30%	50	4,04	,638	3	5

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
CONCENTRACION 15%	1,67
CONCENTRACION 30%	1,33

Estadísticos de contraste[a]

N	50
Chi-cuadrado	7,049
gl	1
Sig. asintót.	,008

a. Prueba de Friedman

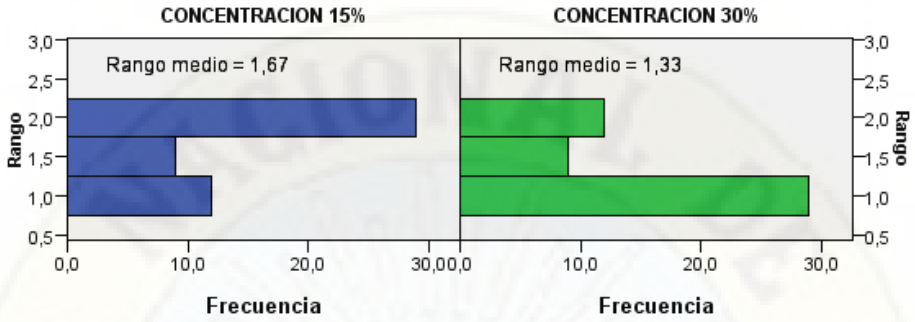
Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de CONCENTRACION 15% and CONCENTRACION 30% son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	,008	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Vista de prueba de muestras relacionadas

Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas



N total	50
Probar estadística	7,049
Grados de libertad	1
Sig. asintótica (prueba de dos caras)	,008

1. No se realizan múltiples comparaciones porque hay menos de tres campos.

4.4. Resultados obtenidos del <u>ATRIBUTO DULZOR</u> aplicado en el Programa SPSS con la PRUEBA DE FRIEDMAN

Pruebas no paramétricas

[Conjunto_de_datos0]

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
CONCENTRACION 15 %	50	4,24	,822	2	5
CONCENTRACION 30 %	50	3,72	,671	3	5

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
CONCENTRACION 15 %	1,69
CONCENTRACION 30 %	1,31

Estadísticos de contraste[a]

N	50
Chi-cuadrado	8,395
gl	1
Sig. asintót.	,004

a. Prueba de Friedman

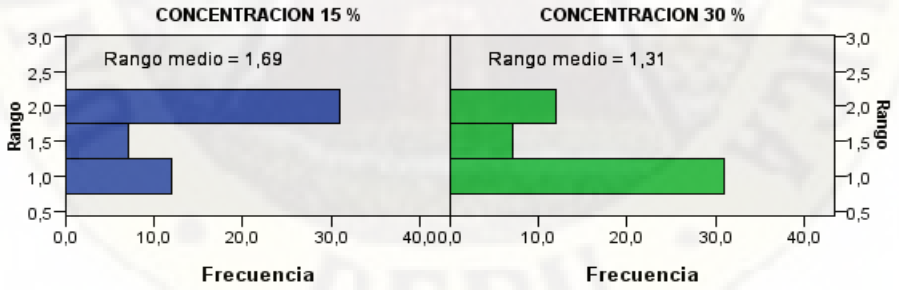
Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de CONCENTRACION 15 % and CONCENTRACION 30 % son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	,004	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Vista de prueba de muestras relacionadas

Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas



N total	50
Probar estadística	8,395
Grados de libertad	1
Sig. asintótica (prueba de dos caras)	,004

1. No se realizan múltiples comparaciones porque hay menos de tres campos.

Apéndice 5

Testimonio Fotográfico

Fotografía 01. Materia prima en producción

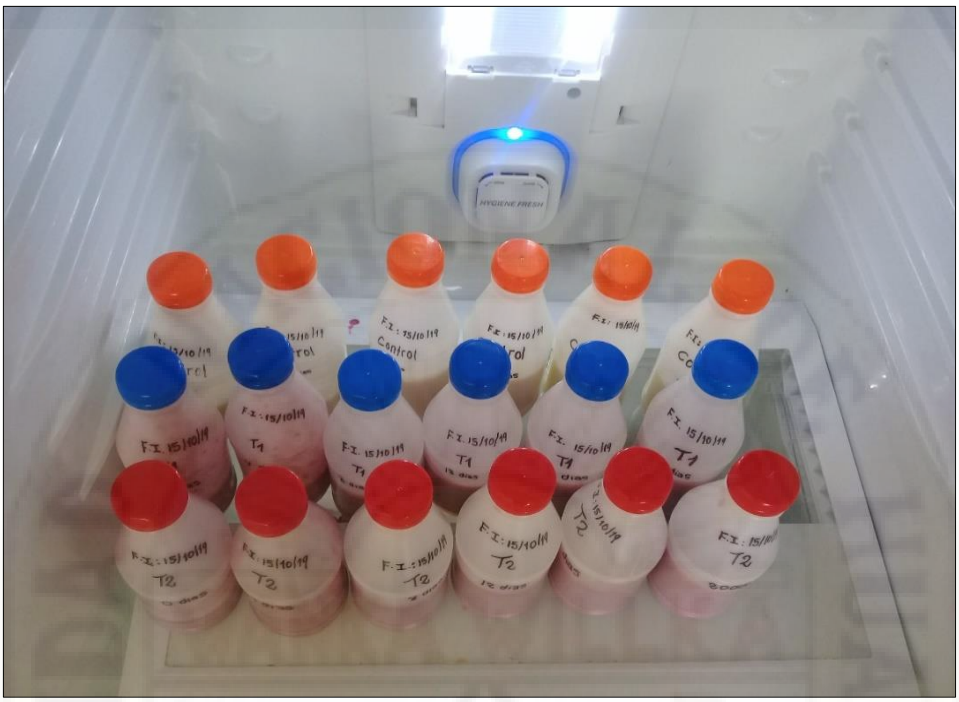
Fotografía 02. Selección de la siraca

Fotografía 03: Prueba de alcohol de la leche

***Fotografía 04*:** Medición de pH de la leche

***Fotografía 05*:** Pasteurización de la leche

***Fotografía 06*:** Pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus)*



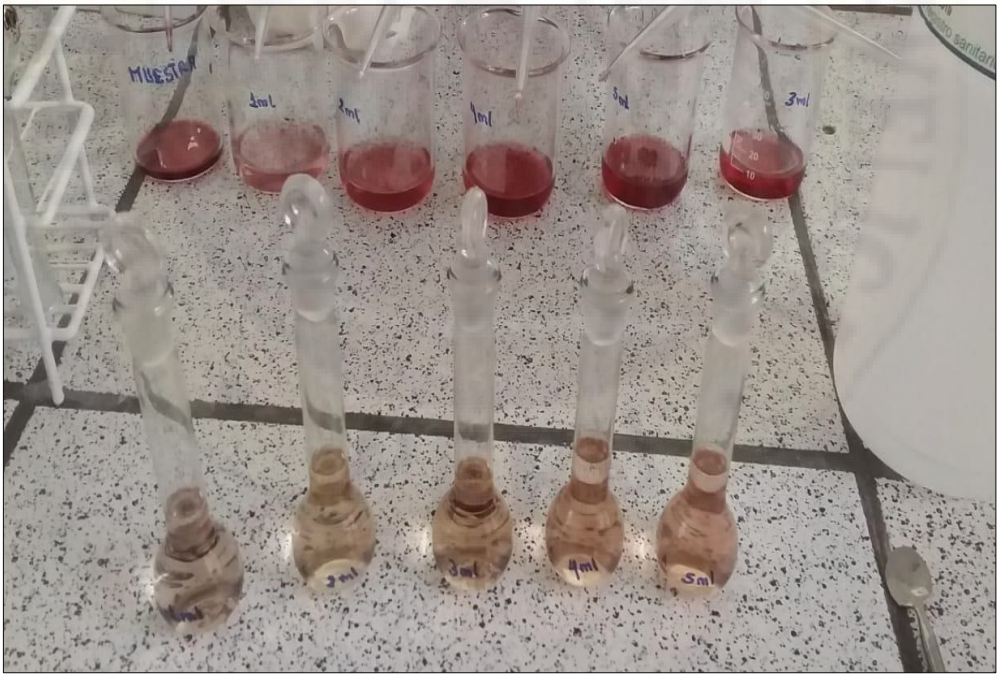
Fotografía 07: Almacenamiento de muestras de yogurt frutado para su análisis respectivo

Fotografia 08: Medicion de pH de las diferentes muestras

Fotografia 09: Determinacion de la Acidez Titulable de las muestras

Fotografía 10: Filtración de las muestras con uso de la bomba al vacío

Fotografía 11: preparación de las muestras en soluciones



Fotografía 12: preparación de las muestras con reactivo de metanol y DPPH.

Fotografía 13: Lectura de las muestras en el espectrofotómetro

Fotografía 14: panelistas realizando la evaluación sensorial de las muestras

Matriz de Consistencia

Título: "Efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante del yogurt frutado"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
GENERAL ¿Cuál es el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante del yogurt frutado? **ESPECIFICO** ¿Cuál es el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* en el pH y la acidez del yogurt frutado durante el almacenamiento a 4° C? ¿Cuál es el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus)* en capacidad antioxidante del yogurt frutado durante el almacenamiento a 4 °C?	**GENERAL** Evaluar el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas, capacidad antioxidante del yogurt frutado. **ESPECÍFICOS** Evaluar el efecto de concentración de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en el pH y acidez del yogurt frutado. Evaluar el efecto de concentración de siraca (*Rubus robustus*) y tiempo de almacenamiento en la capacidad antioxidante del yogurt frutado. Evaluar el efecto de las concentraciones de siraca (*Rubus robustus*) en las características sensoriales del yogurt frutado para determinar el análisis químico proximal. Determinar el tiempo de vida útil del yogurt frutado.	**Hipótesis de trabajo** Existe efecto significativo de adición de pulpa concentrada de siraca (*Rubus robustus*) y del tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante del yogurt frutado.	**Variables independientes** Concentración de siraca (*Rubus robustus)* Tiempo de almacenamiento **Variables dependientes** Características fisicoquímicas Capacidad antioxidante Características sensoriales Vida útil	 Porcentaje días (0,4,8,12,16 y 20) pH Acidez Porcentaje de inhibición Escala hedónica Días