



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**EFFECTO DEL MAÍZ MORADO ORGÁNICO (ZEA MAYS L.) COMO
COLORANTE SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y
ANTIOXIDANTE DE UN YOGUR PROBIÓTICO**

**PRESENTADA POR
CHRISTIAN PAOLO MURILLO MONTALVO
MARÍA NOE SCUDELLARI SEOANE**

**ASESOR
DIÓMEDES FERNANDO RAMOS ESCUDERO**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**EFEECTO DEL MAÍZ MORADO ORGÁNICO (ZEA MAYS L.) COMO
COLORANTE SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y
ANTIOXIDANTE DE UN YOGUR PROBIÓTICO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

PRESENTADA POR

**MURILLO MONTALVO, CHRISTIAN PAOLO
SCUDELLARI SEOANE, MARÍA NOE**

LIMA - PERÚ

2020

Agradecemos a nuestros padres Gaby, Gladys, Jorge y Juan, quienes nos han aconsejado y apoyado durante toda nuestra etapa de desarrollo profesional.

Agradecemos a Laura y Juan Ma por su apoyo emocional durante este largo periodo.

Agradecemos al Dr. Fernando Ramos Escudero, por su disposición, paciencia y apoyo en la realización de este proyecto.

Agradecemos a todos nuestros amigos y familia, y en especial a Diana, por siempre impulsarnos a terminar nuestra tesis.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Situación problemática	17
1.2 Definición de problema	18
1.3 Formulación de problema	19
1.4 Objetivos	19
1.5 Importancia de la investigación	20
1.6 Viabilidad de la investigación	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.2 Bases teóricas	24
2.3 Definición de términos básicos	38
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	
3.1 Lugar de ejecución	39
3.2 Materia prima	39
3.3 Material y equipo de laboratorio	40
3.4 Métodos	42

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	
4.1 Primera Parte: Selección de muestra	47
4.2 Segunda Parte: Estudio de útil de la muestra ORU	52
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	
5.1 Primera Parte: Selección de la muestra con mayor aceptabilidad	54
5.2 Segunda parte: Evaluación de la muestra seleccionada ORU	59
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
FUENTES DE INFORMACIÓN	66

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Compuestos bioactivos del maíz morado peruano	24
Tabla 2. Influencia del pH en las antocianinas	31
Tabla 3. Especificaciones fisicoquímicas del yogur	35
Tabla 4. Especificaciones microbiológicas de identidad	35
Tabla 5. Especificaciones microbiológicas de calidad	36
Tabla 6. Microorganismos usados como probióticos	37
Tabla 7. Listado de materias primas utilizadas para la elaboración de yogur	39
Tabla 8. Concentraciones de maíz morado utilizadas en las muestras de yogur	44
Tabla 9. Valores promedio CIEL *a*b* para las muestras de yogur con maíz morado y la muestra en blanco	48
Tabla 10. % Sinéresis de muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	48
Tabla 11. Valores de acidez titulable y pH de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	49
Tabla 12. Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	49

Tabla 13. Análisis proximal de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	50
Tabla 14. Resultados de Análisis Sensorial para las muestras de yogur con maíz morado en polvo	51
Tabla 15. Sinéresis de la muestra de yogur con maíz morado ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	52
Tabla 16. Acidez titulable y pH de la muestra de yogur con maíz morado ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	52
Tabla 17. Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante de la muestra de yogur con maíz morado ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	53
Tabla 18. Recuento de BAL de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	53
Tabla 19. Valores CIEL*a*b* para la muestra en blanco de yogur	79
Tabla 20. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado YGT	79
Tabla 21. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado MZI	80
Tabla 22. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado ORU	81
Tabla 23. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado AMD	81
Tabla 24. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado RDO	82
Tabla 25. Valores de acidez titulable de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	83
Tabla 26. Valores de pH de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	83
Tabla 27. Contenido total de antocianinas de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	84
Tabla 28. Contenido total de fenoles de muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones	85
Tabla 29. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado YGT	86

Tabla 30. Valores*de absorbanca y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado MZI	86
Tabla 31. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado ORU	87
Tabla 32. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado AMD	88
Tabla 33. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado RDO	88
Tabla 34. Sinéresis de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	89
Tabla 35. Valores de acidez titulable de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	90
Tabla 36. Valores de pH de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	90
Tabla 37. Contenido total antocianinas muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	90
Tabla 38. Contenido total de fenoles de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración	91
Tabla 39. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra ORU semana 1	91
Tabla 40. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra ORU semana 2	92
Tabla 41. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra ORU semana 3	93
Tabla 42. Valores de absorbanca y % de inhibición para la muestra ORU semana 4	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura de las antocianinas	29
Figura 2. Rutas metabólicas de fermentación homoláctica y heteroláctica	33
Figura 3. Fuentes de probióticos	38
Figura 4. Diseño experimental del trabajo de investigación	42
Figura 5. Proceso de elaboración de yogur natural	43
Figura 6. Tabla peruana de composición de alimentos en la categoría G – Leches y derivados	94
Figura 7. Elaboración de yogur	95
Figura 8. Preparación de muestras de yogur con maíz morado	95
Figura 9. Determinación de características cromáticas CIELAB	96
Figura 10. Determinación de sinéresis de las muestras de yogur por el método de decantación	96
Figura 11. Determinación de acidez titulable	96
Figura 12. Determinación de pH en potenciómetro	97
Figura 13. Determinación de contenido total de antocianinas por pH diferencial	97
Figura 14. Determinación de fenoles	97
Figura 15. Determinación de capacidad antioxidante	98
Figura 16. Análisis sensorial	98

RESUMEN

Las bacterias probióticas del yogur y las antocianinas del maíz morado son compuestos considerados funcionales debido a los beneficios que favorecen a la salud del consumidor. Las antocianinas proporcionan características antioxidantes y son compuestos inestables frente a diversos factores. Gracias a las nuevas tendencias de consumo el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del maíz morado orgánico (*Zea Mays L.*) como colorante sobre características de calidad y capacidad antioxidante en un yogur probiótico para conocer la interacción de ambos compuestos en un solo medio durante su almacenamiento.

Se evaluaron las características cromáticas y fisicoquímicas; el contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante; asimismo, se realizó un análisis sensorial para determinar la muestra con mayor aceptabilidad. Adicionalmente, se realizaron análisis proximales y un recuento de bacterias ácido lácticas (BAL). Los resultados indicaron que la aplicación de maíz morado orgánico en el yogur proporciona un color atractivo para los consumidores, manteniendo su calidad y aporte de nutrientes durante el período de almacenamiento.

Los resultados de las evaluaciones realizadas determinaron que la sinéresis y la acidez aumentaron durante el almacenamiento y el pH disminuyó. Las pruebas espectrofotométricas indicaron que el contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante disminuyó durante el almacenaje. Finalmente, se obtuvo un recuento de BAL inferior a la especificación de un yogur probiótico, que es 10^7 UFC/ml.

Palabras claves: maíz morado (*Zea Mays L.*), yogur probiótico, antocianinas, fenoles, capacidad antioxidante

ABSTRACT

The probiotic bacteria in yogurt and the anthocyanins in purple corn are compounds considered functional due to the benefits to consumer health. Anthocyanins provide antioxidant characteristics and are unstable compounds against different factors. Thanks to new consumption trends, the objective of this research was to evaluate the effect of organic purple corn application (Zea Mays L.) as a colorant on quality characteristics and antioxidant capacity in a probiotic yogurt, to know the interaction of both compounds in only one place during storage.

The chromatic and physicochemical characteristics and the total content of anthocyanins, phenols and antioxidant capacity were assessed; likewise, a sensory analysis was carried out to determine the highest acceptability sample. Additionally, proximal analyzes and a lactic acid bacteria (LAB) count were performed. The results indicated that the application of organic purple corn in yogurt provides an attractive color for consumers, maintaining its quality and nutrient supply during storage period.

The evaluations results determined that syneresis and acidity increased during storage and pH decreased. Spectrophotometric tests indicated that the

total content of anthocyanins, phenols and antioxidant capacity decreased during storage. Finally, the obtained BAL count was below the specification of a probiotic yogurt, which is 10^7 CFU / ml.

Key words: purple corn (*Zea Mays L.*), probiotic yogurt, anthocyanins, phenols, antioxidant capacity

INTRODUCCIÓN

El planteamiento de la presente investigación fue presentado debido que, en los últimos años, las industrias, sobre todo la alimentaria ha venido innovando y adaptándose a la tendencia global del consumo saludable, la cual impulsa el consumo de productos menos procesados y aquellos que son de origen natural. Con esta nueva inclinación a la alimentación saludable, se propuso evaluar el efecto de la aplicación del maíz morado orgánico (*Zea mays* L.) como colorante sobre características de calidad y capacidad antioxidante en un yogur probiótico.

Las antocianinas que aporta el maíz morado, son utilizadas como colorante natural en diversas industrias, a pesar de tener menor estabilidad por diversos factores (pH, temperatura, concentración de azúcares, oxígeno, luz, enzimas, etc.), sirven como alternativa contra la toxicidad de los colorantes sintéticos aplicados en el procesamiento de cosméticos, fármacos y alimentos.

Por otro lado, las bacterias ácido lácticas (BAL) al igual que las antocianinas, son considerados alimentos funcionales, debido a los efectos favorables para la salud.

Para cumplir con el objetivo planteado, se realizó el diseño experimental de la investigación en dos partes, la primera parte donde se evaluaron las características cromáticas mediante el sistema CIELAB, características fisicoquímicas (pH medido con potenciómetro, acidez titulable y sinéresis por decantación), contenido total de antocianinas mediante método de pH diferencial, fenoles por reacción colorimétrica Folin-Ciocalteu, capacidad antioxidante a través del % de inhibición de DPPH en la solución y análisis proximal para conocer el aporte de nutrientes de yogur con maíz morado. Se analizaron seis muestras de yogurt con maíz morado en polvo a diferentes concentraciones, siendo una de ellas el blanco. Los resultados de esta evaluación, indicaron que, a mayor concentración de maíz morado en el yogurt, había un mayor aporte de propiedades funcionales. Sin embargo, se determinó mediante un análisis sensorial por comparación múltiple, a 50 panelistas no entrenados (alumnos y profesores de la FIA USMP), que la muestra de mayor aceptabilidad en cuanto a olor, color y sabor fue ORU 2,5% (concentración media).

En la segunda parte de la investigación, se realizó la evaluación a la muestra ORU 2,5%, durante 21 días de almacenamiento en refrigeración. Se analizaron las características fisicoquímicas, contenido total de antocianinas, fenoles, capacidad antioxidante y recuento de bacterias ácido lácticas (BAL). Los resultados indicaron que las características fisicoquímicas aumentaron durante el almacenamiento. Mientras que, en las pruebas espectrofotométricas, el contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante disminuyó durante el almacenamiento, también se obtuvo un recuento de BAL inferior a la especificación de un yogurt probiótico (10^7 UFC/ml). Confirmándose la degradación de antocianinas y las BAL a medida que transcurrieron los días de almacenamiento.

Finalmente, en esta investigación se corroboró lo siguiente: la aplicación de maíz morado orgánico en el yogurt, además de un color atractivo para los

consumidores mantiene sus características de calidad durante el periodo de almacenamiento y aporta a su vez nutrientes funcionales; así mismo, en la muestra ORU 2.5% no se detectó inhibición microbiana por parte de las antocianinas hacia los probióticos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Las nuevas tendencias de consumo han generado que el interés del público se oriente a la búsqueda de alimentos y bebidas que generen beneficios para la salud y a su vez sean naturales, esto ha ocasionado que las plantas de procesamiento rápidamente apliquen técnicas de innovación y relacionen la salud y la alimentación en el desarrollo de sus productos.

El aumento de la demanda de alimentos funcionales ha originado que la industria opte por la inclusión de probióticos en matrices alimenticias a base de frutas, verduras, productos lácteos y cárnicos; lo cual permite conservar su viabilidad y función para crear sabores agradables, prolongar la vida útil e impactar positivamente la salud humana. La cantidad de proteína, grasa, carbohidratos y pH pueden afectar el desarrollo de los probióticos; sin embargo, algunos estudios han demostrado que ciertas bacterias probióticas pueden mejorar la biodisponibilidad de ciertos compuestos (p. ej., isoflavonas, flavonoides y ácidos fenólicos) y reducir el contenido de compuestos no deseados (Neffe-Skocińska y otros, 2018)

Los productos lácteos fermentados, son consumidos comúnmente por la mayoría de personas, pues son considerados alimentos funcionales y saludables por los beneficios que aportan (Olagnero y otros, 2007).

Por otra parte, hay un porcentaje de la población que prefiere evitar el consumo de estos productos por las deficiencias fisiológicas en su organismo, como son los intolerantes a la lactosa (Vitoria , 2011). Los productos lácteos, como el yogur y las leches ácidas, que han pasado por un proceso de fermentación ácido láctica, son conocidos por sus propiedades beneficiosas para el consumidor al poseer microorganismos probióticos, que hacen que el producto sea más fácil de digerir (Cáceres R., Gotteland R., 2010).

Las antocianinas son pigmentos vegetales con gran oportunidad para reemplazar competitivamente a los colorantes sintéticos con alto poder de tinción y efecto beneficioso para la salud. Oscilan entre el rojo y el azul oscuro, dependiendo del medio donde se encuentren. Se puede encontrar en diversas frutas, vegetales y cereales.

La finalidad de la presente investigación fue evaluar los efectos de la aplicación del maíz morado en polvo como colorante sobre las características de calidad y capacidad antioxidante en un yogur probiótico.

1.2 Definición de problema

Los probióticos y las antocianinas son componentes altamente nutritivos presentes en gran variedad de productos. El maíz morado, utilizado como colorante para el yogur, contiene antocianinas que son compuestos inestables frente a diversos factores; sin embargo, también proporciona características antioxidantes y otros beneficios para la salud.

Gracias a las nuevas tendencias de consumo (productos nutritivos, provenientes de fuentes naturales, etc.), es importante conocer la interacción de ambos compuestos en un solo medio (yogur) durante su almacenamiento.

1.3 Formulación de problema

En esta investigación, se formuló el problema a través de una pregunta, la misma que dio origen al objetivo general.

¿Cuáles son los efectos de la aplicación de maíz morado orgánico como colorante sobre las características de calidad y capacidad antioxidante en un yogur probiótico?

1.4 Objetivos

a) Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación del maíz morado orgánico (*Zea Mays L.*) como colorante sobre características de calidad y capacidad antioxidante en un yogur probiótico.

b) Objetivos específicos

- Determinar las características cromáticas de las muestras de yogur probiótico con maíz morado orgánico de acuerdo al sistema CIELAB.
- Medir el pH, acidez titulable y porcentaje de sinéresis de las muestras de yogur probiótico con maíz morado orgánico.
- Determinar el contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante de las muestras de yogur probiótico con maíz morado orgánico.
- Comparar el contenido nutricional de las muestras de yogur probiótico con maíz morado orgánico.

- Realizar la prueba de aceptabilidad de color y sabor de las muestras de yogur probiótico con maíz morado orgánico mediante una evaluación sensorial.
- Determinar la viabilidad de las bacterias ácido lácticas durante 21 días de almacenamiento de la muestra de yogur seleccionada en la evaluación sensorial.

1.5 Importancia de la investigación

Se propone elaborar una bebida funcional, a base de un producto de consumo masivo, como es el yogur adicionando maíz morado, que es un producto natural empleado como colorante y que además aporta beneficios para la salud del consumidor brindando una nueva alternativa de producto al mercado.

1.6 Viabilidad de la investigación

a) Viabilidad técnica

Es viable técnicamente debido a la disponibilidad de infraestructura física, uso de laboratorios de la universidad para llevar a cabo los análisis correspondientes, uso de materiales necesarios, conocimiento de la tecnología y procedimientos; así como también el apoyo de profesionales especializados.

b) Viabilidad económica

Se cuenta con las instalaciones, equipos de laboratorio, reactivos necesarios, disponibilidad y acceso a la materia prima para el desarrollo de los análisis de laboratorio. Además, se destina un presupuesto para ensayos adicionales en laboratorios externos. Todos los gastos adicionales, son asumidos por los tesistas.

c) Viabilidad social

Esta investigación se puede tomar como referencia para el desarrollo de una bebida láctica con antioxidantes que aporta el maíz morado (colorante), promoviendo el consumo de estos insumos en la industria del país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan 3 estudios relacionados realizados en Latinoamérica en los últimos años. Estos han sido tomados como antecedentes importantes para el desarrollo esta investigación.

2.1.1 Antocianinas de higo como colorantes para yogur natural

Aguilera Ortiz, Reza Vargas, Chew Madinaveitia, Aguilar Valenzuela y Ramírez Baca, en el 2012 realizaron una investigación donde determinaron los beneficios a la salud que proporcionan las antocianinas al ser consumidas, y cómo agregadas al yogur pudieron transformarlo en un alimento funcional. En la investigación emplearon higo como fuente de antocianinas, propusieron una extracción en medio acuoso y evaluaron durante 25 días el yogur con el pigmento que fue agregado en forma homogénea. Finalmente, concluyeron que el tono o matiz (Hue) fue cercano a 11º, lo cual corresponde a una coloración roja con tonalidad violeta (rojo profundo en la

escala CIEL*a*b*9); por lo tanto, fue posible colorear alimentos de acidez intermedia utilizando estos pigmentos.

2.1.2 Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas, probióticas y antioxidantes de yogurt saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale SW*)

Zapata, Sepulveda-Valencia y Rojano, en el 2015, evaluaron las propiedades fisicoquímicas, probióticas y antioxidantes durante el almacenaje del yogurt de mortiño (*Vaccinium meridionale Swartz*) elaborado a partir de dos concentraciones de almíbar de fruta (15 y 20%). Determinando que las propiedades físicoquímicas mostraron un descenso del pH, aumento de acidez titulable y disminución de la concentración de sacarosa. Los resultados del recuento de BAL revelaron que la estabilidad probiótica, con una concentración de 10^6 UFC/mL se mantuvo durante los 16 primeros días de almacenamiento como lo recomienda la norma para productos probióticos.

Así mismo, los resultados de actividad antioxidante, del contenido de fenoles totales y de antocianinas totales, revelaron el aumento de éstas entre los primeros 8 y 12 días de almacenamiento y luego un descenso. Concluyeron que el producto puede ser considerado como un alimento nutracéutico.

2.1.3 Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogurt

Inostroza et al., en el 2015 evaluaron la actividad antioxidante y uso del extracto etanólico de la mashua para la tinción del yogurt; a través de los métodos DPPH y ABTS y el contenido total de antocianinas (AT) y polifenoles (PT) lo determinaron por el método de pH diferencial y Folin-

Ciocalteu, respectivamente. Compararon dos muestras de yogur con los parámetros del sistema CIEL*a*b* para medir la coloración y la concentración del pigmento. Las muestras fueron almacenadas durante 28 días a una temperatura de 4°C ± 1; realizando mediciones de color y pH cada 4 días. El análisis sensorial se llevó a cabo mediante la prueba de aceptación ($p < 0,05$). Concluyeron que los pigmentos extraídos de la mashua, poseen actividad antioxidante, y se considera como una opción de tinte aplicable en alimentos de acidez intermedia como el yogur.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Maíz morado

El maíz morado (*Zea mays* L., Poaceae) es una mazorca constituida en un 85% de granos y un 15% por la coronta (Gálvez et al., 2017) Contiene el pigmento de nombre antocianina cianidina-3-glucosido contenido entre 1.5 – 6 % (López-Martínez et al., 2009), que se encuentra en mayor cantidad en la coronta (3280 a 3970 mg/100g en base seca) y en menor proporción en la cáscara del grano (310 a 850 mg/100g en base seca) (Piyapanrungrueang, Chantrapornchai, Haruthaithanasan, Sukatta y Aekatasanawan, 2016). Es un insumo oriundo de Perú, que fue utilizado desde sus inicios para colorear comidas y bebidas. Es el ingrediente principal para la elaboración de la bebida “chicha morada”. En la tabla 1, se muestran los principales compuestos bioactivos de la variedad de maíz morado peruano.

Tabla 1. Compuestos bioactivos del maíz morado peruano

Parte del maíz	Compuestos bioactivos ¹	Concentración (mg/100 g base seca)	Referencia
	Antocianinas	310;850	Galvez et al., (2017) ; Lopez-Martinez et al., (2009)

	Cy-3-gluc	113.54	Li, Somanat Singh, Chatham y González, (2017)
	Pg-3-gluc	11.58	
	Pn-3-gluc	28.55	
	Cy-3-	39.82	
	malonylglu	5.16	
	Pg-3-	14.51	
	malonylglu		
	Pn-3-	26.87	
	malonylglu		
	Forma condensada		
Grano	Acidos fenólicos	1903	Cevallos- Casals y Cisneros-Zevallos (2003)
	Acido ferúlico	261	Ramos-Escudero, Muñoz, Alvarado-Ortiz, Alvarado y Yáñez (2012)
	Quercetina	266	
	Naringenina	1.58	
	Glucósido	14.80	
	Rutina	2.74	
	Kaempferol	224	
	Morin	202	
Pericarpio	Flavonoides	4200	Monroy, Rodríguez, Sartoratto y Cabral (2016)
Mazorca	Antocianinas	3280 - 3970	Piyapanrungrueang et al., (2016)
	Cy-3-gluc	75.28	
	Pg-3-gluc	8.55	

Pn-3-gluc	10.16	Monroy, Rodríguez, Sartoratto y Cabral (2016)
Cy-3-	Detectado	Lao y Giusti (2018)
malonylglu	Detectado	
Pg-3-	Detectado	
malonylglu		
Pn-3-		
malonylglu		

¹ **tipos de compuestos bioactivos: Cy = Cianidina; Pg = Pelargonidina; Pn =Peonidina; glue = glucosido; malonylglu = malonilglucosido**

Fuente: Salvador-Reyes y Pedrosa Silva Clereci, 2019 (tabla traducida del inglés por los autores)

Según la definición de Carhuapoma Yance y López Guerra (2008), el maíz de color morado, es una variedad única que se cultiva en el Perú, en los valles interandinos y la costa central y es característico de suelos marginales. Las principales zonas producción son: Lima, Arequipa, Ancash, Junín, Cajamarca, Ayacucho, Huánuco, Ica y Cusco. También en Bolivia, hacia la parte próxima al Perú, y en Ecuador, aunque su color no es tan intenso como el maíz morado del Perú. Existen diferentes variedades del maíz morado:

- Cuzco morado
- Morado de Caraz
- Morado Canteño
- Arequipeño
- Negro de Junín
- Morado mejorado
- INIA 615-Negro Canaan

Existen seis tipos de antocianinas identificadas, las cuales son: cianidina-3-glucosido, pelargonidina-3-glucosido, pelargonidina-3-malonilglucosido, peonidina-3-glucosido, cianidina-3-malonilglucosido, peonidina-3-malonilglucosido, la cianidina-3-glucosido se encuentra en altas concentraciones en la coronta (75%) y en los granos (45 a 47%) (Gálvez et al., 2017)

Los pigmentos antocianinicos representan una alternativa para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos en alimentos, fármacos y productos de belleza y para la obtención de productos con valor agregado (funcionales y nutraceuticos) dirigidos al consumo humano (Jones, 2005)

En el 2017, Martín et al., comentan que, el maíz morado es objeto de varias investigaciones del ámbito de alimentos y nutrición debido a la presencia de pigmentos naturales que proporcionan características antioxidantes (alimento funcional). Las antocianinas del maíz morado, impiden el desarrollo de células cancerígenas y enfermedades. (Li, Chen, Zhang, Shuyan y Wu, 2014).

El mercado peruano ha ido incursionando en la producción de maíz morado orgánico en las zonas alto andinas del país. Siendo las más importantes las Pampas de Huancavelica, Ayacucho y la sierra de Arequipa. Actualmente, el maíz de color morado no solamente se comercializa entero, debido a su capacidad antioxidante se está ofreciendo al mercado como granos crudos en polvo, granos gelatinizados en polvo y mazorca cruda triturada, todo esto permite sustituirlo por otras harinas e incorporarlas a diferentes preparaciones: postres, tortillas, batidos e incluso en la elaboración de pan, originando un incremento en su comercialización a nivel nacional y mundial. (Salvador-Reyes y Pedrosa Silva Clereci, 2019).

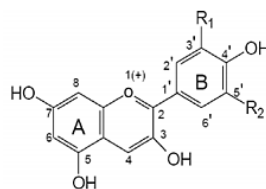
2.2.2. Antocianinas

El término Antocianina deriva del griego *terms Anthos “flor” y Akyaneos “azul”* (Jones, 2005) es un pigmento rojo azulado que pertenece al grupo de los flavonoides, específicamente los bioflavonoides. Distribuidos ampliamente como polifenoles vegetales.

Los flavonoles, flavonas, flavanonas y flavanoles son clases adicionales de flavonoides que difieren en su estado de oxidación de las antocianinas (Giusti y Wrolstad, 2001).

Carhuapoma Yance y López Guerra (2008), comentaron que el interés por la antocianina aumentó gracias a su beneficio para la salud como nutraceutico y colorante natural para diversos productos industriales. También precisaron que están identificadas más de 300 antocianinas distintas estructuralmente en la naturaleza, con estructuras moleculares que se caracterizan por sus propiedades fisicoquímicas propias y específicas. Al respecto y como se muestra en la Figura 1, Garzón (2008) mencionó:

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas perteneciente a la familia de los flavonoides, compuesta por dos anillos aromáticos (A y B) unidos por una cadena de tres átomos de carbono. Las seis antocianidinas conocidas son producidas por variaciones estructurales del anillo B. (p. 29)



Aglicona	Sustituyentes		λmáx (nm) Espectro visible
	R1	R2	
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH3	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH3	OH	508 (azul-rojo)
Malvinidina	OCH3	OCH3	510 (azul-rojo)

Figura 1. Estructura de las antocianinas

Fuente: Garzón, 2008

Las antocianinas proporcionan una amplia gama de colores en flores, frutas y verduras, puede ir del rosa al violeta intenso de acuerdo a la concentración, a su estructura química y a diversos factores que afectan su estabilidad. El color más conocido que proporcionan las antocianinas es el color rojo-púrpura intenso. Lo que hace que sea una fuente atractiva de colorantes naturales para la industria alimentaria y textil (Bridgers, Chinn y Truong , 2010).

La OMS (2018), cuestionó el uso de colorantes sintéticos en las últimas décadas, debido a su relación con el desarrollo de enfermedades degenerativas, llegando incluso a prohibir el uso de algunos de estos colorantes.

Para prevenir la pérdida de antocianinas durante el almacenamiento, los alimentos pueden ser almacenados a bajas temperaturas, en contenedores oscuros y libres de oxígeno. Por otra parte, la degradación de las antocianinas se puede dar en el procesado, conservación y almacenamiento de los alimentos (Damodaran, Kirk y Fennema, 2010).

2.2.2.1. Factores que influyen la estabilidad de las antocianinas

Algunos de los factores que influyen la estabilidad de este pigmento son: el pH, la luz, el oxígeno, la copigmentación (por presencia de distintos flavonoides), temperatura, etc.

- Temperatura: es un factor crítico que influye en la degradación de este compuesto. Poseen una mayor resistencia a procesos a altas temperaturas y corto tiempo de exposición que menores temperaturas por largos periodos (Zapata et al., 2014).

Existen dos mecanismos para su degradación por efecto de la temperatura: hidrolisis del enlace glucosídico (formación de aglicona) o por la ruptura hidrolítica (formación de chalconas) (Castañeda Sánchez y Guerrero Beltrán, 2015). Las antocianinas altamente hidroxiladas son menos estables térmicamente que las metiladas, acetiladas o glicosidadas. (Zapata et al., 2014)

- pH: influye en su estructura química produciendo una variación de color de acuerdo al pH. Durante el procesamiento de los alimentos las antocianinas se degradan; a menor valor de pH menor es el deterioro debido que la acidez genera un efecto protector sobre la estructura del pigmento. Caso contrario, a pH más elevado, la degradación es más rápida debido a la inestabilidad de las estructuras (Zapata et al., 2014).

En la tabla 2, figura la variación de colores que presentan las antocianinas con respecto al cambio de pH.

Tabla 2. Influencia del pH en las antocianinas

pH	Estructura química	Estabilidad	Color
1	Predomina catión flavilio	Muy estable	Rojo
2 – 4	Pérdida de protón + agua	Estable	Azul
5 – 6	Pseudobase carbinol Chalcona	Inestable	Incolora Amarilla
< 7	Forma quinoidal	Muy inestables	Púrpura

Fuente: Zapata et al., 2014

- Azúcares: en altas concentraciones logran la estabilidad de las antocianinas, generado por la disminución del a_w . A bajas concentraciones, los azúcares como la fructosa, lactosa, la arabinosa y sorbosa tienen mayor efecto degradativo que la glucosa, sacarosa y maltosa. (Fennema, 2000)
- Enzimas: las antocianinasas (glicosidasas y polifenoxidasas) son las enzimas responsables de la decoloración de las antocianinas. Las glicosidasas hidrolizan los enlaces glucosídicos (azúcar(es) y aglicona). La disminución de la solubilidad de las antocianinas ocasiona una pérdida de intensidad de color. Las polifenoxidasas actúan en presencia de o-difenol a o-benzoquinona, reaccionan por un medio no enzimático para formar antocianinas oxidadas y productos de degradación (Fennema, 2000)
- La luz acelera la degradación de las antocianinas. Sin embargo, la copigmentación retarda la fotodegradación, como también lo hacen la aplicación de tecnologías para lograr la estabilización (encapsulación), que

tiene por fin la protección de las antocianinas (Castañeda Sánchez y Guerrero Beltrán, 2015).

2.2.3 Yogur

Las precisiones acerca del yogur se brindan en el siguiente orden: definición, clasificación, requisitos (características fisicoquímicas, microbiológicas y especificaciones sanitarias).

a) Definición

De acuerdo a la **norma del CODEX para leches fermentadas CODEX STAN 243-2003** se define como un producto lácteo que resulta de la fermentación de la leche con o sin modificaciones en su composición mediante la acción de microorganismos adecuados que resultan en una reducción del pH (precipitación isoeléctrica).

Asimismo, también se define como una leche coagulada obtenida mediante fermentación láctica originada por la acción de las bacterias del género *Lactobacillus delbruckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus Salivarius subsp. Thermophilus*. Ambos microorganismos actúan en simbiosis, es decir se establece un ambiente de mutua estimulación del crecimiento, lo cual permite obtener una mayor producción de ácido láctico al acelerarse su metabolismo (Mora Adames, 2017).

La fermentación láctica es un bioproceso producido por Bacterias Ácido Lácticas (BAL) en el cual la energía celular proviene de la fermentación de carbohidratos para generar ácido láctico. Se puede dar en dos rutas metabólicas, en la fermentación homoláctica se produce lactato como principal compuesto (Vía glucolítica Emden-Meyerhof Parnas (EMP)). Por otra parte, en la fermentación heteroláctica se obtiene de lactato, etanol/acetato, y dióxido de carbono (Vía 6-fosfogluconato/fosfocetolasa).

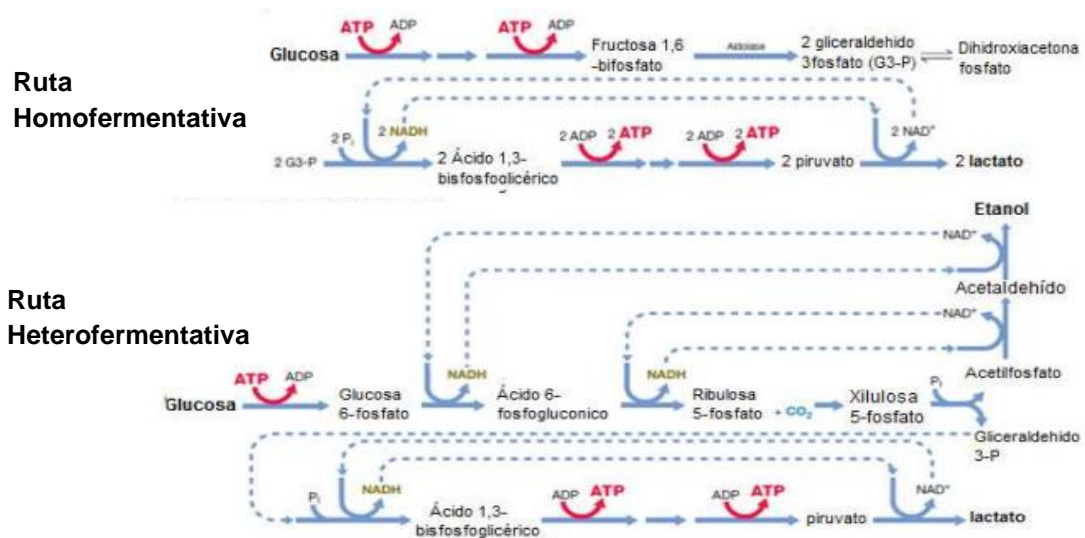


Figura 2. Rutas metabólicas de fermentación homoláctica y heteroláctica
Adaptado por los autores de Madigan et al., 2010

Para mantener la calidad y seguridad de ciertos alimentos se utilizan las BAL debido que producen un efecto inhibitorio sobre otros microorganismos. Esto se debe a algunos factores como son: el bajo pH y producción de bacteriocinas, etanol y diacetilo (Beristain-Bauza, Palou y López-Malo, 2012)

b) Clasificación

Behare, Kumar y Mandal, en el 2016, mencionan que de acuerdo al Codex Alimentarius, el yogur se puede clasificar por su forma de preparación, contenido de grasas y sabor.

b.1) Por la forma de preparación

- **Yogurt batido:** preparado en tanques de incubación donde se adiciona el cultivo láctico, logrando la coagulación de la leche para su posterior batido y envasado, puede estar en estado líquido o semisólido. Se caracteriza por presentar un 14% de sólidos totales.

- **Yogurt coagulado o aflanado:** producto en el cual la coagulación se produce en el envase (la leche pasteurizada se inocula y envasa de inmediato)
- **Yogurt bebible:** producto de apariencia fluida que presenta entre 8 y 9% de sólidos totales en la leche pasteurizada.

b.2) Por su contenido de grasas

- **Yogurt entero:** obtenido a partir de leche con contenido de grasa mayor o igual a 3%.
- **Yogurt parcialmente descremado:** la leche empleada tiene un contenido de grasa en un rango de 0.5 y 3%.
- **Yogurt descremado:** cantidad máxima de grasa en la leche es 0.5%.

b.3) Por su sabor

- **Yogurt natural:** es aquel puede contener estabilizantes y conservantes, pero no saborizantes, colorantes ni azúcar.
- **Yogurt frutado:** yogur con trozos de fruta y aditivos permitidos.
- **Yogurt saborizado:** puede contener saborizantes naturales y/o artificiales y otros aditivos.

c) Requisitos

Los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir el yogur, se encuentran descritos en el Decreto Supremo N° 07-2017 MINAGRI - Reglamento de Leche y Productos Lácteos.

- Las características fisicoquímicas del yogur son:

Tabla 3. Especificaciones fisicoquímicas del yogur

Característica	Unidad	Yogurt entero (*)	Yogurt parcialmente descremado (**)	Yogurt descremado (**)
Materia grasa láctea	g/100g	Mínimo 3.0	0.6 – 2.9	Máximo 0.5
Sólidos no grasos lácteos	g/100g	Mínimo 8.2	Mínimo 8.2	Mínimo 8.2
Acidez valorable expresada como % de ácido láctico	g/100g	Mínimo 0.6	Mínimo 0.6 Máximo 1.5	Mínimo 0.6 Máximo 1.5
Proteína láctea (N x 6.38)	g/100g	Mínimo 2.7	Mínimo 2.7	Mínimo 2.7

Adaptado por los autores de Minagri, 2017

(*) Para elaborado a base de leche entera: Codex Alimentarius

(**) Para elaborado a base de leche parcialmente descremada y descremada: Norma técnica peruana

- Las características microbiológicas de identidad que debe cumplir el yogur se mencionan en la tabla 4:

Tabla 4. Especificaciones microbiológicas de identidad

Agente microbiano	Unidad	Recuento
Bacterias lácticas totales	UFC/g	Mín. 10 ⁷
Microorganismos etiquetados (*)	UFC/g	Mín. 10 ⁵

Adaptado por los autores de Minagri, 2017

(*) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico que se agregó aparte de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*

- Finalmente, el yogur debe cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que establece el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental en la RM-591/2008 que contiene las especificaciones microbiológicas de calidad para el yogur.

Tabla 5. Especificaciones microbiológicas de calidad

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

Adaptado por los autores de DIGESA, 2008

***Categoría:** grado de riesgo que representan los microorganismos en relación con las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

***Clase:** clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, estos pueden ser dos o tres.

- Cabe mencionar que las condiciones de almacenamiento que un yogur natural debe cumplir son: temperatura de refrigeración entre 4 y 5°C, condiciones asépticas y tiempo de vida útil máximo 4 semanas.

2.2.4. Bacterias probióticas

Los probióticos son bacterias o grupos de bacterias viables, no patógenas, que ejercen una función benéfica en el huésped (Abreu-Abreu, 2012). Habitan en el intestino y nutren el cuerpo del huésped internamente. Pertenecen principalmente al grupo de los lactobacilos, lactococos y bifidobacterias. (Kerry et al., 2018) En la tabla 6, se muestran los microorganismos más comunes utilizados como probióticos.

Tabla 6. Microorganismos usados como probióticos

Sl. No.	Probiotic bacterial genera	Species involved
1	<i>Lactobacillus</i>	<i>L. plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. crispatus</i> , <i>L. gasseri</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. bulgaricus</i>
2	<i>Propionibacterium</i>	<i>P. jensenii</i> , <i>P. freudenreichii</i>
3	<i>Peptostreptococcus</i>	<i>P. productus</i>
4	<i>Bacillus</i>	<i>B. coagulans</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i>
5	<i>Lactococcus</i>	<i>L. lactis</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. plantarum</i>
6	<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>
7	<i>Pediococcus</i>	<i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i>
8	<i>Streptococcus</i>	<i>S. sanguis</i> , <i>S. oralis</i> , <i>S. mitis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>S. salivarius</i>
9	<i>Bifidobacterium</i>	<i>B. longum</i> , <i>B. catenulatum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. animalis</i> , <i>B. bifidum</i>
10	<i>Bacteroides</i>	<i>B. uniformis</i>
11	<i>Akkermansia</i>	<i>A. muciniphila</i>
B	<i>Saccharomyces</i>	<i>S. boulardii</i>

Adaptado por los autores de Kerry et al., 2018

Los probióticos son conocidos por sus beneficios para la salud del consumidor, algunas de las propiedades que se le atribuyen son: actividades antipatogénicas, antidiabéticas, antiobesidad, antiinflamatorias, anticancerígenas y antialérgicas; además algunos efectos sobre sistema neurológico (Kerry et al., 2018).

Existen diversas fuentes de probióticos, los de mayor aceptación por los consumidores son los derivados lácteos como el yogur y las leches fermentadas, debido que aportan un gran número de bacterias viables, además de nutrientes biodisponibles. (Sanz, Collado y Dalmau, 2003)

Productos lácteos	Fuentes vegetales	Otros
<ul style="list-style-type: none"> • Quesos • Leches fermentadas • Leches fortificadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pickles • Col • Kombucha • Chocolate • Granola 	<ul style="list-style-type: none"> • Jugos • Sopa miso • Microalgas en polvo • Suplementos probióticos • Cerveza de jengibre

Figura 3. Fuentes de probióticos

Adaptado por los autores de Kerry et al., 2018

2.3 Definición de términos básicos

- **Compuestos fenólicos:** son metabolitos secundarios, que se encuentran en las plantas y tienen al menos un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilo. Se dividen de acuerdo a su estructura química en flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, estilbenos, cumarinas y lignanos (Yábar, Chirinos y Campos, 2019). Aportan en los alimentos estabilidad frente a la oxidación, color, olor y sabor astringente. Otorgan beneficios para la salud mediante sus propiedades antioxidantes, anti alergénicas, anticancerosas, antiinflamatorios, etc.
- **Antioxidante:** es una molécula que neutraliza la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones, que protege a los órganos y sistemas que puedan verse afectados. Se pueden presentar como componentes de frutas, verduras y como suplemento dietético. (Avello y Suwalsky, 2006)
- **Lactobacillus totales:** Las bacterias lácticas son utilizadas como microorganismos indicadores en la preparación y preservación de productos. Tienen la propiedad de mejorar las características sensoriales y aumentar su calidad nutritiva. Principalmente son de los géneros: *Lactobacillus spp*, *Streptococcus spp*, *Lactococcus spp*, *Pediococcus spp* y *Bifidobacterium spp* (Sekhon y Jairath, 2010).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Lugar de ejecución

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la USMP.

3.2 Materia prima

Para la preparación del cultivo láctico, se rehidrató el contenido del sobre de cultivo DIAGRAMA en un litro de leche UHT y se fraccionó en 10 bolsas de 100ml cada una. Para la preparación del yogur se empleó leche UHT, azúcar y leche deshidratada (como sólido de leche). Cada una de las muestras (5) tuvo porcentajes diferentes de maíz morado orgánico en polvo ECOANDINO (Ver Anexo)

Tabla 7. Listado de materias primas utilizadas para la elaboración de yogur

N°	Materia prima	Marca	Volumen	Lugar
1	Leche UHT	Gloria	1 litro	SJL
2	Maíz Morado Orgánico	Ecoandino	250 gr	LA MOLINA

3	Cultivo Láctico	Diagrama	250 gr	CHORILLOS
4	Leche en Polvo	Gloria	90 gr	SJL
5	Azúcar Blanca	Manuelita	1000 gr	CHORILLOS

Elaborado por: los autores

3.3 Material y equipo de laboratorio

Se utilizaron los siguientes equipos de laboratorio:

- Espectrofotómetro (Marca: Thermo Scientific, Modelo: UV-Vis Genesys 10S)
- Agitador vortex (Marca: MXS)
- Balanza analítica (Marca: Sartorius, Modelo: CPA2245).
- Baño María (Marca: JSR, Modelo JSIB-22T)
- Refrigeradora (Marca: Electrolux)
- Centrifuga (Marca: Eppendorf, Modelo: Centrifuge 5424)
- Potenciómetro (Marca: Merk)
- Sistema de imagen Molecular (Marca: Carestream Health, INC, Modelo: Gel Logic 2200)

Los reactivos utilizados:

- Solución amortiguadora pH =1, 0.2M KCl, pH = 4.5 1M CH₃COONa
- 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH)
- Carbonato de Sodio
- Reactivo de Foling
- Agua destilada
- Alcohol 96°

Materiales de laboratorio

- Baguetas
- Cuchara espátula
- Embudo con vástago
- Gradilla

- Matraces
- Micropipeta 100 uL a 1000 uL
- Pinza mariposa
- Pipeta
- Probeta
- Soporte universal
- Tips (100 uL, 1000 uL)
- Tubos de ensayo
- Tubos de centrifuga
- Vasos beackers

3.4 Métodos

3.4.1 Diseño muestral

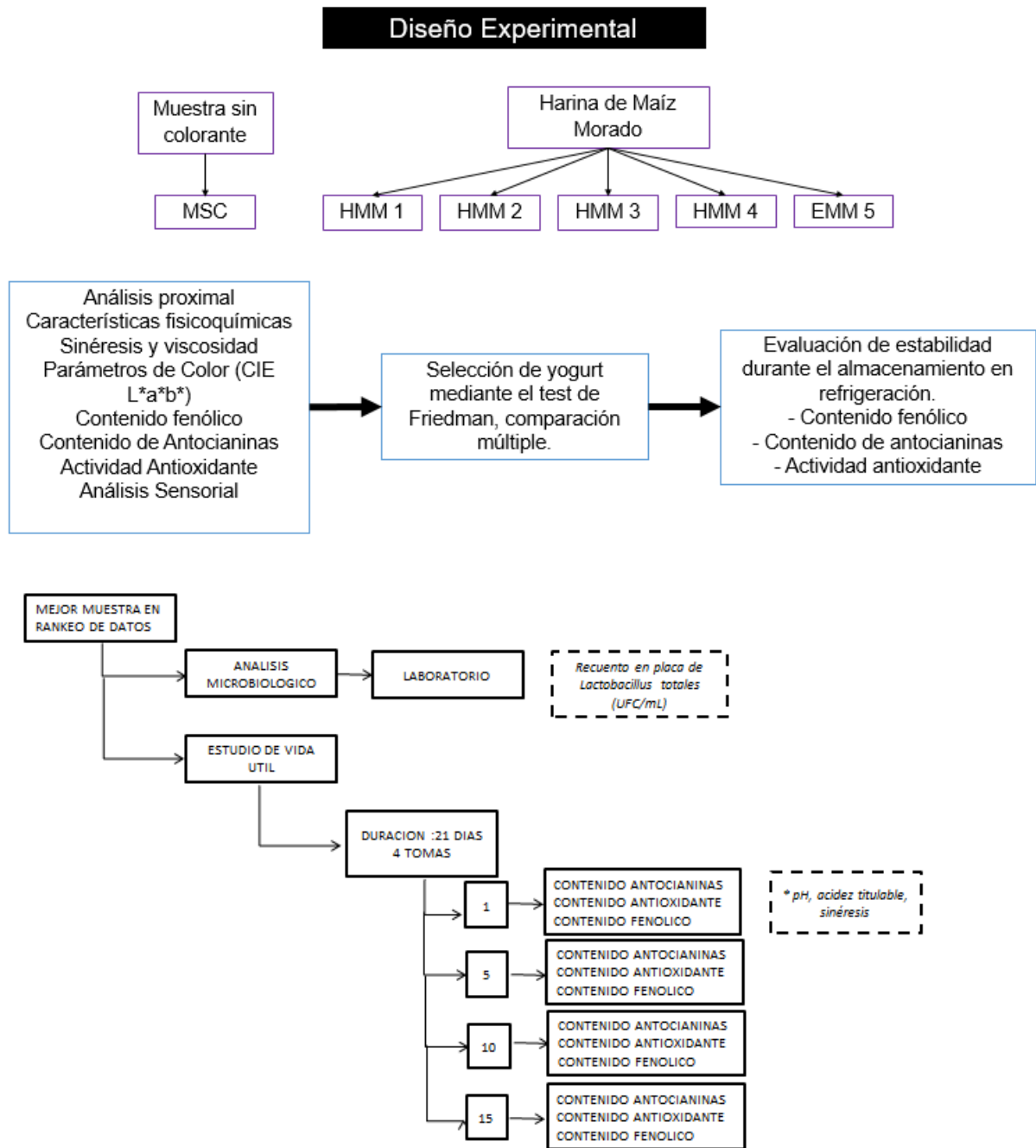


Figura 4. Diseño experimental del trabajo de investigación

Elaborado por: los autores

3.4.2 Desarrollo

a) Elaboración de yogurt probiótico

Previo a la elaboración del yogurt se preparó el cultivo DIAGRAMA, se diluyó en 1 litro de leche UHT y se fraccionó en 10 bolsitas de 100 ml cada una. Para su elaboración, se calentó la leche y se adicionó por litro de leche 30 gr de leche en polvo y 50gr de azúcar. La preparación se homogenizó hasta llegar a una temperatura de 42°C (Temperatura de incubación). Posteriormente, se agregó el cultivo, 40ml por litro de leche y se llevó a la incubadora a una temperatura de 42-43 °C por un periodo de 6 a 8 horas. Finalmente, se interrumpió el proceso de fermentación al llegar al pH 4.6 y se enfrió en un abatidor de 1 a 4°C.

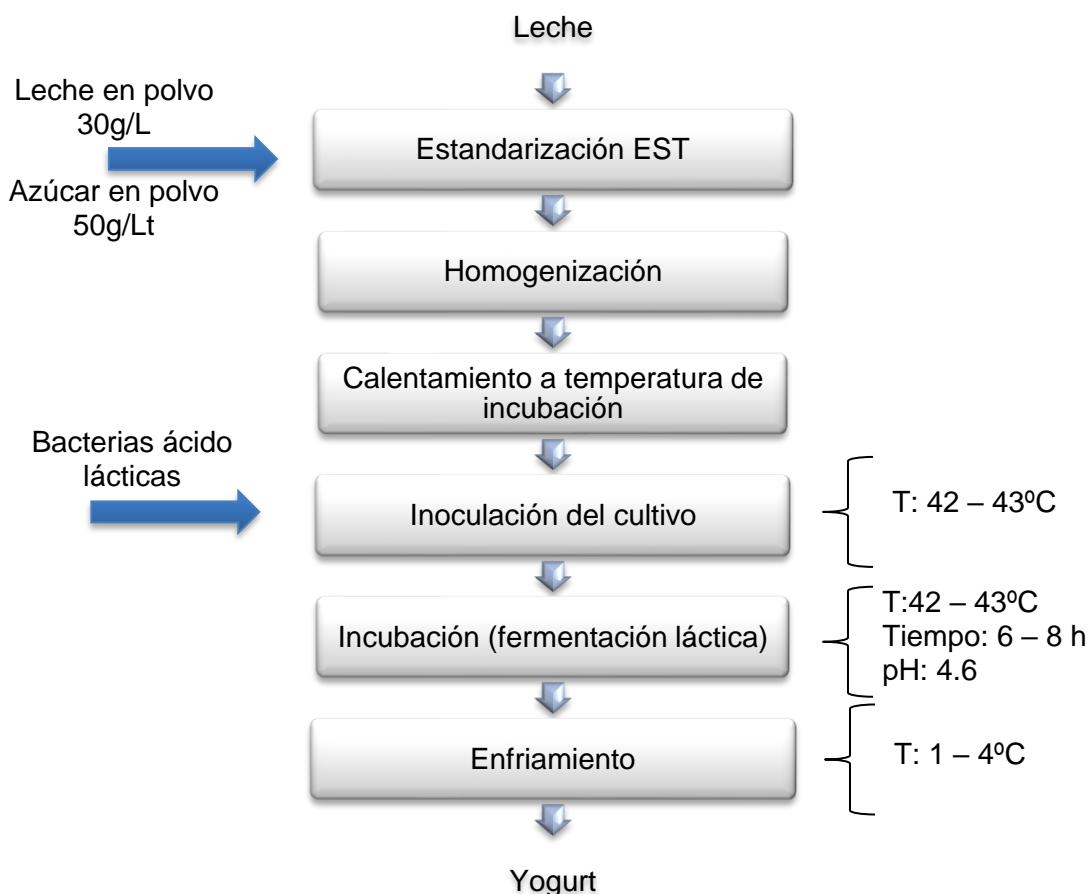


Figura 5. Proceso de elaboración de yogurt natural

Elaborado por: los autores

b) Preparación de yogur con maíz morado en polvo

Se prepararon 5 muestras a diferentes concentraciones:

Tabla 8. Concentraciones de maíz morado utilizadas en las muestras de yogur

Muestra	Concentración (%)
YGT	0,5
MZI	1,5
ORU	2,5
RDO	3,5
AMD	5

Elaborado por: los autores

c) Análisis de las características fisicoquímicas del yogur

- El pH del yogur se midió por triplicado con un potenciómetro digital a temperatura ambiente.
- Para determinar la acidez titulable, cada una de las muestras se filtró, en un matraz de 250 ml, se colocaron 10 ml de muestra filtrada y se agregaron 2 gotas de fenolftaleína (solución indicadora). Finalmente, se tituló con una solución de hidróxido de sodio 0.1N hasta que se observó el cambio de coloración a rosa.
- El porcentaje de sinéresis, se determinó por decantación. Se filtró 50 g de yogur durante un periodo de 2 horas y se determinó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{Volumen de muestra decantado}}{\text{Peso Inicial de Muestra}} \times 100 \dots (1)$$

d) Parámetros de color

Para determinar las características cromáticas del yogur probiótico con maíz morado se utilizó el sistema CIE L *a*b.

Cada una de las muestras se colocaron dentro del equipo Sistema de imagen Molecular, se tomaron las fotografías y se procesaron los datos.

e) Contenido total de antocianinas

La concentración total de las antocianinas se determinó mediante el método de pH diferencial, se realizó el cálculo según la ecuación 2, de la siguiente manera:

$$\text{Antocianinas} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = A \times fw \times \left(\frac{100}{E \times l} \right) \times DF \dots (2)$$

Se prepararon dos tubos con 0.5 μL de muestra cada uno, al primero se adicionó 1 ml de buffer pH: 1 y en otro tubo se añadió 1 ml de buffer pH:4.5. Se agitaron ambos tubos y se midió la absorbancia a dos longitudes de onda, 520nm y 700nm respectivamente.

f) Capacidad antioxidante del yogur

Se tomaron lecturas en el espectrofotómetro a 515 nm durante 30 minutos con lapsos de 2 min cada toma. El porcentaje de inhibición se calculó con la ecuación 3:

$$\% \text{ Actividad Antioxidante (Inhibición)} = 100 - \left(\frac{\text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \right) \times 100 \dots (3)$$

g) Contenido total de fenoles

Se determinó mediante espectrofotometría usando como agente oxidante el reactivo de Folin-Ciocalteu (reacción colorimétrica de óxido-reducción).

h) Análisis sensorial

Se encuestaron a 50 panelistas no entrenados, los cuales fueron estudiantes y miembros de la FIA de la Universidad de San Martín de Porres.

A cada panelista se le asignaron cinco muestras (RDO, AMD, ORU, MZI, YGT) y por comparación múltiple, las muestras fueron ordenadas de menor a mayor preferencia en cuanto a las siguientes características: color, olor y sabor.

i) Recuento en placa de Lactobacillus totales (UFC/ml)

El recuento en placa se realizó según el método APHA/CMMEF 5th Ed. Chapter 19. 2015. Pág. 231-233, empleado por los laboratorios de La Molina Calidad Total (Ver Anexo1).

3.4.3 Análisis estadístico

Los análisis se realizaron por duplicado, los resultados se agruparon y presentaron en tablas; expresando valores medios \pm desviación estándar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Primera Parte: Selección de muestra

Se evaluaron seis muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones, a cada una de las muestras se le determinó el porcentaje de sinéresis, la acidez titulable, el pH, el contenido total de antocianinas, la capacidad antioxidante y el contenido fenólico.

Adicionalmente, se realizó un análisis proximal para determinar la cantidad de carbohidratos, proteínas, grasas y contenido de cenizas.

a) Análisis de imágenes

Cada una de las muestras, se colocó dentro del equipo Sistema de Imagen Molecular, se tomaron las fotografías y se procesaron los datos en un ordenador obteniendo como resultado los siguientes valores:

Tabla 9. Valores promedio CIEL*a*b* para las muestras de yogur con maíz morado y la muestra en blanco

Muestra	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C* _{ab}	h _{ab}
Blanco	244,00	248,53	228,44	96,92	-4,91	9,01	10,26	-1,07
YGT	233,19	230,75	215,00	91,36	-1,85	7,89	8,12	-1,35
MZI	216,44	203,19	190,69	82,49	2,51	7,87	8,31	1,25
ORU	188,50	166,81	159,25	70,06	6,62	6,78	9,55	0,80
AMD	182,56	150,38	149,81	65,07	11,91	4,80	13,04	0,39
RDO	164,69	129,25	131,75	57,45	14,02	3,86	14,66	0,27

Elaborado por: los autores

b) Sinéresis

Tabla 10. % Sinéresis de muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra	Peso de muestra (g)	Líqu. decantado (mL)	% Sinéresis
Blanco	50,0278	23	45,97
YGT	50,007	25	49,99
MZI	50,0301	24	47,97
ORU	50,0901	24	47,91
AMD	50,038	23	41,96
RDO	50,0503	21	45,97

Elaborado por: los autores

Comparando los datos obtenidos, se pudo apreciar que la muestra RDO (5% maíz morado en polvo) presenta un menor valor de sinéresis debido a la mayor concentración de sólidos en el yogur.

c) Acidez titulable y pH

Tabla 11. Valores de acidez titulable y pH de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra	Acidez titulable	pH
Blanco	1,16 ± 0,030	4,34 ± 0,004
YGT	1,15 ± 0,020	4,36 ± 0,004
MZI	1,15 ± 0,020	4,38 ± 0,004
ORU	1,23 ± 0,020	4,38 ± 0,004
AMD	1,15 ± 0,020	4,40 ± 0,004
RDO	1,18 ± 0,050	4,43 ± 0,004

Elaborado por: los autores

d) Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante

Tabla 12. Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra	Contenido total de antocianinas (p/p)	Contenido de fenoles (µg/mL Ácido Gálico)	Capacidad antioxidante (µmol Trolox/L)
YGT	0,168 ± 0,006	249,207 ± 3,966	141,34 ± 7,64
MZI	0,594 ± 0,002	327,828 ± 0,690	194,40 ± 49,09
ORU	1,111 ± 0,014	407,914 ± 0,259	251,95 ± 40,58
AMD	1,591 ± 0,016	408 ± 8,448	342,04 ± 30,98
RDO	1,885 ± 0,035	473,345 ± 1,90	463,75 ± 18,54

Elaborado por: los autores

El contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante de las muestras evaluadas se incrementa proporcionalmente al incremento de la concentración de maíz morado en polvo agregado al yogur.

e) Análisis proximal

Tabla 13. Análisis proximal de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra/ %	Blanco	YGT	MZI	ORU	AMD	RDO
	-	0,5	1,5	2,5	3,5	5
Energía /						
Calorías	87,47	87,87	91,49	92,36	94,52	99,87
(KCal/100g)						
Carbohidratos						
(%)	13,59	13,06	13,78	13,91	14,41	15,58
Proteínas						
(g/100g) -	2,72	3,62	3,76	3,87	3,91	4,01
Factor: 6.25						
Humedad (%)	80,37	80,12	79,21	78,97	78,44	77,13
Cenizas (%)	0,85	0,85	0,88	0,89	0,88	0,89
Grasa (%)	2,47	2,35	2,37	2,36	2,36	2,39

Elaborado por: los autores

f) Análisis sensorial

Se evaluaron los atributos de preferencia (color, olor y sabor). Los resultados fueron medidos mediante la prueba de Friedman (tabla 14).

La muestra que tuvo mayor puntaje acumulado fue el yogur con maíz morado en polvo al 2.5% (ORU) con un total de 9.86, a la cual se le realizó el estudio de vida útil durante su almacenamiento.

Tabla 14. Resultados de Análisis Sensorial para las muestras de yogur con maíz morado en polvo

Atributos	Yogurt					Friedman χ^2	p^*	KCC
	YGT	MZI	ORU	AMD	RDO			
Color	2.06±1.5	2.86±1.1	3.40±0.9	3.40±1.2	3.28±1.6	26.03	0.000	0.130
	3	6	7	5	4			
AV rangos	2.06	2.86	3.40	3.40	3.28			
Σ rangos	103	143	170	170	164			
Olor	2.82±1.5	2.88±1.3	3.32±1.1	3.40±1.2	2.58±1.5	9.71	0.045	0.048
	9	3	5	9	5			
AV rangos	2.82	2.88	3.32	3.40	2.58			
Σ rangos	141	144	166	170	129			
Sabor	4.22±1.1	3.82±1.1	3.14±1.1	2.42±0.8	1.40±0.7	101.53	0.000	0.507
	1	2	3	6	3			
AV rangos	4.22	3.82	3.14	2.42	1.40			
Σ rangos	211	191	157	121	70			
SCORE	9.10	9.56	9.86	9.22	7.26			

Elaborado por: los autores

4.2 Segunda Parte: Estudio de útil de la muestra ORU

Se evaluaron los efectos del maíz morado sobre las características de calidad y antioxidante en la muestra de yogur ORU durante 21 días de almacenamiento en refrigeración.

a) Sinéresis

Tabla 15. Sinéresis de la muestra de yogur con maíz morado ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	% Sinéresis
1	33,972 ± 0,004
2	34,973 ± 0,007
3	37,467 ± 0,483
4	41,466 ± 1,476

Elaborado por: los autores

b) Acidez titulable y pH

Tabla 16. Acidez titulable y pH de la muestra de yogur con maíz morado ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	Acidez titulable	pH
1	1,25 ± 0,048	4,50 ± 0,040
2	1,74 ± 0,016	4,34 ± 0,011
3	1,38 ± 0,004	4,35 ± 0,036
4	1,47 ± 0,004	4,32 ± 0,007

Elaborado por: los autores

c) Contenido total de antocianinas, fenoles y antioxidantes

En la tabla 17 se detallaron los resultados obtenidos para el contenido de antocianinas expresado en porcentaje peso/peso, el contenido de fenoles

expresado en $\mu\text{g/mL}$ ácido Gálico y la capacidad antioxidante, expresada en $\mu\text{mol Trolox/L}$.

Tabla 17. Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante de la muestra de yogur con maíz morado ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	Contenido total de antocianinas (p/p)	Contenido de fenoles ($\mu\text{g/mL}$ Ácido Gálico)	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox/L}$)
1	$1,039 \pm 0,015$	$89,380 \pm 0,517$	$423,80 \pm 1,41$
2	$0,386 \pm 0,026$	$84,466 \pm 0,086$	$365,79 \pm 5,55$
3	$0,363 \pm 0,004$	$82,742 \pm 0,086$	$365,79 \pm 5,55$
4	$0,298 \pm 0,001$	82,310	$343,58 \pm 5,55$

Elaborado por: los autores

d) Recuento de bacterias ácido lácticas

En la tabla 18, se consolidó los valores obtenidos para el recuento semanal de BAL:

Tabla 18. Recuento de BAL de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	Recuento
1	68×10^3
2	4×10^6
3	14×10^4
4	12×10^4

Elaborado por: los autores

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Primera Parte: Selección de la muestra con mayor aceptabilidad

En esta primera parte, luego de las evaluaciones del porcentaje de sinéresis, la acidez titulable, el pH, el contenido total de antocianinas, la capacidad antioxidante, el contenido fenólico y un análisis proximal. Finalmente, se realizó un análisis sensorial donde se aplicó el test de Friedman para determinar la muestra con mayor aceptabilidad.

a) Características cromáticas CIELAB:

El estudio de las características cromáticas de las muestras de yogur con maíz morado en polvo y un blanco se realizó de acuerdo al sistema CIELAB donde se determinaron las variables luminosidad (L^*), croma o saturación (C^*), ángulo de matiz (*h), coordenadas rojo - verde (a^*) y coordenadas azul - amarillo (b^*).

Los valores obtenidos (Tabla 9) para el blanco fueron $L^* = 96.92$, $a^* = -4.91$, $b^* = 9.01$, $C^* = 10.26$ y $H^* = -1.07$. Mientras que los valores de las muestras

de yogur con maíz morado en polvo variaron de acuerdo a la concentración aplicada.

La muestra YGT (0.5%), de menor concentración de maíz morado en polvo, alcanzó los siguientes valores: $L^* = 91.36$, $a^* = -1.85$, $b^* = 7.89$, $C^* = 8.12$ y $H^* = -1.35$. En el caso de la muestra ORU (2.5%), de concentración media de maíz morado en polvo, los valores alcanzados fueron: $L^* = 70.06$, $a^* = 6.62$, $b^* = 6.78$, $C^* = 9.55$ y $H^* = 0.8$. Finalmente, la muestra RDO (5%), de mayor concentración, alcanzó los siguientes valores: $L^* = 57.45$, $a^* = 14.02$, $b^* = 3.86$, $C^* = 14.66$ y $H^* = 0.27$.

Goñi y Salvadori, (2015) mencionan que el color es una característica importante pues es el primer aspecto que perciben los clientes o consumidores; lo cual determina la aceptación o rechazo de un producto y su valor.

Por otra parte, Rettig-Mathias y Ah-Hen (2014) concluyen que en la industria alimentaria la medición instrumental de color se utiliza como una herramienta de control de calidad y seguridad alimentaria.

Los valores del parámetro L^* muestran que la luminosidad en las muestras de yogur, es inversamente proporcional a la concentración de maíz morado en polvo añadido. Mientras que la intensidad de color (C^*), aumenta proporcionalmente a la concentración de maíz morado en polvo en el yogur.

b) Características fisicoquímicas: sinéresis, pH y acidez

La sinéresis se conoce como la separación por goteo de lactosuero de la cuajada (Acevedo, Rodríguez y Fernández, 2010). Es la capacidad de un alimento de retener el agua y se considera un defecto que se presenta en

productos lácteos; lo cual ocasiona una disminución en la calidad organoléptica, pues se observa líquido en la superficie.

La sinéresis se ve asociada a los siguientes factores de procesos:

- Acidificación rápida
- °T de incubación alta
- Exceso tratamiento térmico
- Contenido de sólidos insuficiente o bajo

De acuerdo a los resultados de la tabla 10, el yogur natural (Blanco) alcanzó un valor de sinéresis de 45.97%. La muestra ORU (2.5%, concentración media de sólidos) alcanzó un valor de 47.91%, mientras que la muestra RDO (5%, mayor concentración de sólidos) alcanzó una sinéresis de 41.96%. De esta forma se corrobora lo mencionado en la investigación de Mori Nuñez, (2017), quien menciona que “la elevación de sólidos totales en el yogur (adición de solutos), se realiza con el objeto de disminuir la sinéresis” (p. 29).

Según la NTP 202.092.2014, el rango de pH va de 3.7 a 4.6, mientras que la acidez titulable está en el rango de 0.6 a 1.5% la cual es expresada en porcentaje de ácido láctico.

Según lo detalló Ruíz Morán en el 2018 “la adición de sólidos solubles en la elaboración de yogur afecta su pH y acidez” (p. 88), esto se comprobó mediante el valor pH de las muestras (Tabla 11), donde se observó que cuando la concentración de maíz morado en polvo en el yogur aumentó, el pH también fue aumentando, de tal forma que la muestra de yogur en blanco alcanzó un valor de pH $4,34 \pm 0,004$, mientras que la muestra RDO (5% maíz morado en polvo) un valor de pH $4,43 \pm 0,004$.

La acidez es utilizada como un indicador de calidad debido a la presencia de microorganismos en el yogur. La muestra en blanco evaluada, alcanzó un valor

de acidez de $1,16 \pm 0,030$, la muestra ORU (2.5% maíz morado en polvo) tuvo un valor de acidez de $1,23 \pm 0,020$ y para la muestra RDO (5% maíz morado en polvo) el valor de acidez fue $1,18 \pm 0,050$. Los valores alcanzados para el yogur con maíz morado en polvo (Tabla 11), se encuentran dentro de los parámetros de acidez establecido en la NTP 202.092.2014.

c) Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante:

El contenido de antocianinas se determinó por el método de pH diferencial, en la tabla 12 se pudo apreciar que a medida que se incrementa la cantidad de maíz morado en polvo en el yogur, aumenta el contenido de antocianinas; donde el valor más alto lo obtuvo la muestra RDO (5%) con un total de $1,885 \pm 0,035$.

Las antocianinas son metabolitos secundarios de los flavonoides con propiedades antioxidantes que benefician al consumidor (evitando el desarrollo de enfermedades). Así mismo, son empleadas por la industria alimentaria como colorante natural.

En la tabla 12, también se detallaron los resultados alcanzados para el contenido total de fenoles en el yogur con maíz morado a las cinco concentraciones trabajadas. El rango de resultados va de $249,207 \pm 3,966$ a $473,345 \pm 1,90$; expresado en $\mu\text{g/ml}$ de ácido gálico, incrementando su valor conforme se incrementó la concentración de maíz morado en la muestra de yogur.

La capacidad antioxidante se manifiesta como el porcentaje de inhibición correspondiente a la cantidad de DPPH neutralizado por el extracto, a una concentración determinada (Muñoz Juárez y Gutiérrez, s.f.)

Se determinó la capacidad antioxidante para cada una de las muestras, en un periodo de 30 min y la medición de absorbancias fue cada 2 minutos. De acuerdo a la información mostrada en la tabla 12, la muestra YGT (0.5%) alcanzó un valor de $141,34 \pm 7,64$. Mientras que la muestra ORU (2.5%) y RDO (5%) obtuvieron valores de $251,95 \pm 40,58$ y $463,75 \pm 18,54$, respectivamente. Como se pudo observar, estos valores aumentaron conforme aumentó el porcentaje de maíz morado en polvo en el yogur (0.5 a 5%).

d) Análisis proximal:

Se tuvo como resultado del análisis proximal para las muestras de yogur con maíz morado en polvo y la muestra patrón (blanco) que, a mayor concentración de maíz morado en polvo en el yogur, los valores de Calorías, Carbohidratos y Proteínas aumentaron; mientras que, el % de humedad y grasas, disminuyeron.

La muestra que se utilizó fue maíz morado orgánico en polvo de la marca Ecoandino, de acuerdo a lo declarado en la información nutricional, aporta: Energía:114kCal/30g, Carbohidratos: 23g, Proteínas: 3g y Grasa: 2%.

En la tabla 13 se consolidaron los resultados del análisis proximal para las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones, partiendo de la muestra en blanco, que obtuvo un aporte calórico de 87.47. En el caso de la muestra YGT, 87,87 y en la muestra RDO 99,87. De igual forma, en los carbohidratos y proteínas, los valores obtenidos para carbohidratos en la muestra en blanco fueron 13,59; la muestra YGT obtuvo 13,06 y la muestra RDO 13,91. Mientras que, para las proteínas, los valores fueron: 2,72 en la muestra en blanco, la muestra YGT obtuvo 3,62 y la muestra RDO 4,01.

Haciendo la comparación de las muestras evaluadas, con los valores que figuran en la Tabla Peruana de Composición de Alimentos en la Categoría G – Leches y derivados (yogur de leche entera), se pudo concluir que las muestras analizadas aportan mayor valor calórico y nutricional. (Ver anexo 10)

e) Análisis sensorial:

Se realizó un análisis sensorial a las 5 muestras de yogur con maíz morado en polvo a 5 concentraciones distintas, con 50 panelistas no entrenados; con los datos obtenidos, se realizó el estudio de vida útil durante 21 días en refrigeración a la muestra ORU (2.5%), que alcanzó un total de 9.86 puntos (Tabla 14). En segundo lugar, la muestra MZI (1.5%) con una ponderación de 9.56 y en último lugar, la muestra RDO (5%) con una ponderación de 7.26.

A pesar de tener una mayor cantidad de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante, la ponderación de RDO fue baja debido al sabor y olor que aporta el maíz morado en polvo.

5.2 Segunda parte: Evaluación de la muestra seleccionada ORU

Las características evaluadas para la muestra ORU fueron: Sinéresis, pH y acidez, contenido total de antocianinas, contenido de fenoles, capacidad antioxidante y recuento de BAL totales.

a) Características fisicoquímicas: sinéresis, pH y acidez

De acuerdo a la tabla 15, se pudo observar que la sinéresis de la muestra ORU se incrementó conforme aumentaron los días de almacenamiento, partiendo en la semana 1 con un valor de $33,972 \pm 0,004$ y en la semana 4 se alcanzó un valor de $41.466 \pm 1,476$.

Otra de las características evaluadas fue el pH, el cual está relacionado con la actividad enzimática en un alimento. Es considerada una propiedad fundamental durante la preparación de yogur por las características que aporta en la textura, en el sabor y el olor (Illescas, 2001).

La variación del pH en los alimentos afecta también en la forma o las propiedades de carga de otras proteínas, afectando significativamente la estabilidad en el almacenamiento (Mori Nuñez, 2017). El rango de pH, de acuerdo a lo observado en la tabla 16, para la muestra ORU disminuyó de $4,50 \pm 0,040$ en la semana 1, hasta $4,32 \pm 0,007$ en la semana 4 (21 días de almacenamiento). Mientras que la acidez, aumentó de $1,25 \pm 0,048$ en la primera semana, hasta $1,47 \pm 0,004$ en la última semana (tabla 17).

Mori Nuñez en el 2017, concluye que la acidez es una propiedad que se incrementa durante el almacenaje, este incremento se debe a la producción de ácido láctico por las BAL presentes en el yogur. (p.28)

b) Contenido total de antocianinas, fenoles y capacidad antioxidante:

La cuantificación de antocianinas para la muestra ORU durante el periodo de almacenamiento establecido, dio como resultado para la semana 1 un valor promedio de $1,039 \pm 0,015$ y disminuyó hasta $0,298 \pm 0,001$ para la semana 4. Durante la semana 2 y 3, según lo mostrado en la tabla 17 disminuyó considerablemente y se obtuvo los siguientes valores $0,386 \pm 0,026$ y $0,363 \pm 0,004$ respectivamente.

Como ya se ha mencionado antes, la estabilidad de las antocianinas es susceptible a la estructura química, el pH, la temperatura, presencia de oxígeno, concentración y a_w . Razón por la cual hace que sus usos como sustituto de colorantes artificiales sea limitado.

El contenido total de fenoles para la muestra ORU, obtuvo valores promedio comprendidos entre $89,379 \pm 0,517$ hasta $82,310$ durante 21 días de almacenamiento en refrigeración; los cuales se expresaron en μg de ácido gálico/mL de yogur con maíz morado en polvo. De acuerdo a la tabla 17, se evidenció una disminución del contenido total de fenoles conforme transcurrieron los días de almacenamiento.

La determinación de la capacidad antioxidante para ORU, se determinó de la misma forma que para las 5 muestras de yogur con maíz morado en polvo evaluadas en la primera parte. De acuerdo a la información mostrada en la tabla 17, en la semana 1, la muestra inició con un valor de $423,80 \pm 1,41$. En las siguientes semanas de almacenamiento los valores disminuyeron obteniéndose un valor de $365,79 \pm 5,55$ en la semana 2 y 3 y $343,58 \pm 5,55$ para la semana 4.

c) Recuento de BAL:

En el conteo de BAL de la muestra ORU, se pudo observar (tabla 18) que inició con un valor de 68×10^3 en la semana 1, en este periodo los microorganismos se fueron adaptando al medio, es por esto que en la semana 2, se evidenció un crecimiento con un resultado de 4×10^6 . Finalmente, en las siguientes semanas, el crecimiento de las BAL empezó a descender llegando a la semana 4 con un recuento de 12×10^4 . De acuerdo a lo mencionado por Parra (2010) las BAL se desarrollan en medios con pH en rango de 6,4 - 4,5, siendo su crecimiento óptimo entre 5,5 y 6,2. La multiplicación de las BAL cesa cuando el pH está entre 4 y 3,6, variando con cada tipo de cepa y disminuyendo considerablemente en medios ligeramente alcalinos o neutros.

Durante el tiempo de almacenamiento, se observaron cambios a nivel organoléptico, en la textura, olor y sabor del yogur con maíz morado ORU.

Las BAL desencadenan un proceso microbiano donde la lactosa se convierte en ácido láctico. Con el incremento de la acidificación de la leche, la estructura de las proteínas se modifica y también la textura del producto; de igual manera, la presencia del ácido láctico, genera el sabor ligeramente acidulado. Sin embargo, durante el almacenamiento se producen sabores y aromas característicos que provienen de derivados de las BAL. Por ejemplo, el acetaldehído aporta el sabor característico del yogur, mientras que el diacetilo, confiere un sabor a mantequilla; la adición o el desarrollo de otros microorganismos en el yogur, como en el caso de las levaduras, puede conferir otros sabores particulares al producto. (Parra, 2010, p.100)

CONCLUSIONES

1. La aplicación de maíz morado orgánico en el yogur además de un color atractivo para los consumidores mantiene sus características de calidad durante el periodo de almacenamiento y aporta a su vez nutrientes funcionales.
2. Las características cromáticas de acuerdo al sistema CIELAB, de las muestras de yogur con maíz morado en polvo variaron de acuerdo a la concentración aplicada; a mayor concentración se reduce la luminosidad y se incrementa la intensidad de color.
3. El pH y acidez de las muestras de yogur con maíz morado en polvo, se encuentran en el rango establecido por la NTP 202.092.2014. El pH promedio fue $4,38 \pm 0,004$ y la acidez $1,17 \pm 0,030$. El incremento de sólidos totales en el yogur, reduce el porcentaje de sinéresis en las muestras evaluadas.
4. El contenido total de antocianinas y fenoles, es directamente proporcional a la concentración de maíz morado en polvo en el yogur. La capacidad antioxidante para cada una de las muestras evaluadas en los 30 min que duró la prueba, indicó un aumento relacionando al tiempo transcurrido y al porcentaje de maíz morado en polvo en el yogur (0.5 a 5%).

5. Las muestras evaluadas aportan mayor valor calórico y nutricional comparando los datos obtenidos con la Tabla Peruana de Composición de Alimentos en la Categoría G – Leches y derivados (yogur de leche entera)
6. La evaluación sensorial determinó que la muestra de mayor agrado fue ORU (2.5%), con respecto a color, olor y sabor.
7. El desarrollo de las BAL fue favorable en el yogur. Sin embargo, el recuento obtenido durante el periodo de almacenamiento, no fue suficiente para considerarlo un yogur probiótico.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar la adición del maíz morado en el yogur en otra presentación, para reducir puntos de color y mejorar su apariencia en el envasado.
2. Fomentar el consumo de maíz morado por el aporte de propiedades funcionales.
3. Incluir el análisis de imágenes para la muestra seleccionada en el periodo de almacenamiento de 21 días.
4. Realizar el recuento de BAL a la muestra de yogur sin la adición de maíz morado en polvo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abreu-Abreu, A. (Agosto de 2012). Prebióticos, probióticos y simbióticos. *Revista de Gastroenterología de México*, 77(1), 26-28.
doi:10.1016/j.rgmx.2012.07.011
- Acevedo, D., Rodríguez, A. y Fernández, A. (2010). Efecto de las variables de proceso sobre la cinética de acidificación, la viabilidad y la sinéresis del suero costeño colombiano. *Información Tecnológica*, 21(2), 29-36.
doi:10.1612/inf.tecnol.4159it.09
- Aguilera Ortiz, M., Reza Vargas, M. d., Chew Madinaveitia, R. G., Aguilar Valenzuela, J. y Ramírez Baca, P. (16 de Abril de 2012). Antocianinas de Higo como Colorantes para Yogur Natural. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XIV(1), 18-24. Recuperado de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/111/104>
- Avello, M. y Suwalsky, M. (30 de Junio de 2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea* 494, 161-172. doi:10.4067/S0718-04622006000200010
- Behare, P., Kumar, H. y Mandal, S. (2016). Yogurt: Yogurt Based Products. *Encyclopedia of Food and Health*, 625-631. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00767-4>

- Beristain-Bauza, S., Palou, E. y López-Malo, A. (2012). Bacteriocinas : antimicrobianos naturales y su aplicación en los alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 64-78. Obtenido de <http://www.labamerex.com/images/2012-Bacteriocinas-TSIA.pdf>
- Bridgers, E., Chinn, M. y Truong , V. (Noviembre de 2010). Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweetpotatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars. *Crops and Products*, 32(3), 613-620. doi:doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.07.020
- Cáceres R, P. y Gotteland R, M. (2010). Alimentos probióticos en Chile: ¿Qué cepas y qué propiedades saludables? *Revista Chilena de Nutrición [online]*, 37(1), 97-109. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182010000100010>
- Carhuapoma Yance, M. y López Guerra, S. (2008). Maíz Morado Purple Corn: Moléculas Bioactivas Antioxidantes y Anticancerígenas. *Concytec*.
- Castañeda Sánchez, A. y Guerrero Beltrán, J. (2015). Pigmentos en frutas y hortalizas rojas: antocianinas. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 9, 25-33. Recuperado de <https://tsia.udlap.mx/pigmentos-en-frutas-y-hortalizas-rojas-antocianinas>
- Damodaran, S., Kirk, L. y Fennema, O. (2010). *Química de los alimentos* (Tercera ed.). Zaragoza, España: Acribia.
- DIGESA. (2008). Decreto Supremo 007-98 Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256394-007-98-sa>
- Fennema, O. (2000). *Química de los Alimentos* (Segunda ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Fiedor, J. y Burda, K. (2014). Potential Role of Carotenoids as Antioxidants in Human Health and Disease. *Nutrients*, 6, 466-488. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/nu6020466>

- Gálvez, R., Christopher, A., Sarkar, D., Shetty, K., Chirinos, R. y Campos, D. (2017). Phenolic composition and evaluation of the antimicrobial activity of free and bound phenolic fractions from a peruvian purple corn (*Zea Mays L.*) accession. *Journal of Food Science*, 82(12), 2968-2976. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13973>
- Gamarra, F., Leme, G., Tambourgi, E. y Bittencourt, E. (2009). Extração de corantes de milho (*Zea mays L.*). *Ciencia, Tecnología y Alimentación*, 29(1), 62-69.
- Garzón, G. A. (31 de Mayo de 2008). Anthocyanins as natural colorants and bioactive compounds. A review. *Acta biol. Colomb.*, 13(3), 27-36. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
- Giusti, M. y Wrolstad, R. (2001). Anthocyanins. Characterization and measurement with UV–Visible spectroscopy. En R. Wrolstad (Ed.), *Current protocols in food analytical chemistry* (págs. 1-13). New York.
- Goñi, S. y Salvadori, V. (2015). CIELAB color measurement from digital images. *CIDCA, CCT-Conicet La Plata*, 1-10.
- Huayta Socantaype, E. (2015). *Perfil para la instalación de una planta para la elaboración de yogur artesanal*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2056/E21-H839-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Illescas, C. (2001). Curso teórico práctico sobre lactología. 13-17, 67-73.
- INACAL. (2014). NTP 202.092 Leche y productos lácteos. Leche fermentada. Yogur. Requisitos. Perú.
- Inostroza, L. A., Castro, A. J., Hernández, E. M., Carhuapoma, M., Yuli, R. A., Collado, A. y Córdova, J. S. (2015). Actividad Antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (Mashua) y su Aplicación como Colorante para Yogur. *Ciencia e Investigación*, 83-89. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615/12021>

- Jones, K. (2005). The Potencial Health Benefits of Purple Corn. *American Botanical Council*, 46-49. Recuperado de <http://cms.herbalgram.org/herbalgram/issue65/article2779.html?ts=1594954287&signature=abea63615bc9e0000751b4d063575698>
- Kerry, R. G., Patra, J. K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H.-S. y Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health. A review. *Journal of food and drug analysis*, 26, 927-939. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.01.002>
- Li, G., Chen, C., Zhang, C., Shuyan, C. y Wu, Q. (2014). Research progress of natural antioxidants in foods for the treatment of diseases. *Food Science and Human Wellness*, 3(3-4), 110-116. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2014.11.002>
- López-Martínez, L., Oliart-Ros, R., Valerio-Alfaro, G., Lee, C., Parkin, K. y García, H. (2009). Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT-Food Science and Technology*, 42(6), 1187-1192. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.10.010>
- Madigan, M., Martinko, J., Stahl, D. y Clark, D. (2010). *Brock biology of microorganisms* (Décimo tercera ed.).
- Maguiña Vargas, C. y Barrionuevo, L. (2002). Actualización en probióticos. *Revista de la sociedad peruana de medicina interna*, 15(3). Recuperado el 23 de Noviembre de 2014, de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v15n3/actualizaci%C3%B3n_probi%C3%B3ticos.htm
- Martín, J., Kuskoski, E., Navas, M. y Asuero, A. (2017). Chapter 11: Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. En J. Justino (Ed.), *Flavonoids-From Biosynthesis to Human Health* (págs. 206-255). Intech Open. Recuperado de <https://doi.org/10.5772/67718>

- MINAGRI. (2017). *Maiz morado purple corn fact sheet*. Recuperado de http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/maiz_morado.pdf
- MINAGRI. (2017). *Decreto Supremo 007-2017 Reglamento de la Leche y Productos Lácteos*. Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2017/19598-decreto-supremo-n-007-2017-minagri>
- Mora Adames, W. (2017). *Aplicación de fermentación láctica en el desarrollo de productos para la generación de valor en polen apícola*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/61587/1/1024527620.2017%20sin%20res-tricci%C3%B3n.pdf>
- Mori Nuñez, C. L. (2017). *Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, ph, sinéresis y acidez del yogur*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3166/mori-nu%C3%B1ez-carlos-luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz Juárez, M. y Gutiérrez, D. (s.f.). Determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol *Nicotiana glauca*. Querétaro, México. Recuperado de <https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/14MunozJuarez.pdf>
- Neffe-Skocińska, K., Rzepkowska, A., Szydłowska, A. y Kołożyn-Krajewska, D. (2018). Chapter 3 - Trends and Possibilities of the Use of Probiotics in Food Production. En A. M. Holban y A. M. Grumezescu (Edits.), *Alternative and Replacement Foods* (Vol. A volume in Handbook of Food Bioengineering, págs. 65-94). Varsovia. Polonia.
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L. y Montonati, M. (2007). Functional Foods: Fiber, Prebiotics, Probiotics and Simbiotics. *DIAETA*, 25(121). Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/274072309_Alimentos_funcionales_fibra_prebióticos_probióticos_y_simbióticos_Functional_foods_Fiber_Prebiotics_Probiotics_and_Symbiotics

- Parra, R. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Bio. Agro.*, 8(1), 93-105.
- Piyapanrungueang, W., Chantrapornchai, W., Haruthaithanasan, V., Sukatta, U. y Aekatasanawan, C. (2016). Comparison of anthocyanin extraction methods from high anthocyanin purple corn cob hybrid: KPSC 901, and quality of the extract powder. *Journal of Food Processing & Preservation*, 40(5), 1125-1133. Recuperado de Processing & Preservation, 40(5), 1125-1133.
- Rettig-Mathias, K. y Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Ciencias de los alimentos- Agro Sur*, 42(2). doi:10.4206/agrosur.2014.v42n2-07
- Ruíz Morán, J. W. (2018). *Elaboración de yogur saborizado con pulpa de cocona (Solanum sessiliflorum) edulcorado con manitol con fines de aceptabilidad*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
- Salvador-Reyes, R. y Pedrosa Silva Clereci, M. T. (2019). Peruvian Andean Maize: general characteristics, nutritional properties, bioactive compounds, and culinary uses. *Food Research International*.
- Sanz, Y., Collado, M. y Dalmau, J. (2003). Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. *Acta Pediatra*, 61, 476-482. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49690833/PROBIOTICO.pdf?1476803295=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DProbioticos_criterios_de_Probioticos_cri.pdf&Expires=1594691506&Signature=PXJI-xTWhTwgb0xfL~C-j1~qswvl8boC9v0EaAoildy6DtJ59J1dV1z6q

- Sekhon, B. y Jairath, S. (2010). Prebiotics, probiotics and synbiotics: an overview. *Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 1(2), 13-36. Recuperado de <https://search.proquest.com/openview/53599b109a04017d8abeaa288afb1b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=276246>
- Vitoria , I. (2011). Probióticos, prebióticos y simbióticos. *Pediatría Integral*, 10(5), 446-455.
- Yábar, E., Chirinos, R. y Campos, D. (2019). Phenolic compounds and antioxidant capacity in three maca (*Lepidium meyenii* Walp) ecotypes during preharvest, harvest and natural post-harvest drying. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 85-97. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n1/a10v10n1.pdf>
- Yang, Z., Han, Y., Gu, Z., Fan, G. y Chen, Z. (2008). Thermal degradation kinetics of aqueous anthocyanins and visual color of purple corn (*Zea mays* L.). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(3), 341-347.
- Yépez Padilla, M. M. (2019). *Adición de antocianinas extraídas del fruto de Vaccinium floribundum Kunth y antocianinas estabilizadas en nanopartículas de zeína en yogur natural, como alternativa a los colorantes de síntesis*. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18501/1/T-UCE-0008-CQU-113.pdf>
- Zapata, I., Sepulveda-Valencia, U. y Rojano, B. (2015). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas, probióticas y antioxidantes de yogur saborizado con mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw). *Información tecnológica [online]*, 26(2), 17-28. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-07642015000200004&lng=es&nrm=iso

Zapata, L., Heredia, A., Quinteros, C., Mallaret, A., Clemente, G. y Cárcel, J. (2014). Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 25(49), 166-192.

ANEXOS

	Pág.
1. Resultados de Recuento de BAL – Laboratorio La Molina Calidad Total	74
2. Resultados del Análisis de Imágenes	79
3. Resultados de Acidez titulable y pH	83
4. Contenido Total de Antocianinas y Fenoles	84
5. Resultados de Capacidad Antioxidante	86
6. Sinéresis de la muestra ORU durante el almacenamiento	89
7. Acidez titulable y pH de la muestra ORU durante el almacenamiento	90
8. Contenido total de antocianinas y fenoles de la muestra ORU durante el almacenamiento	90
9. Capacidad antioxidante de la muestra ORU durante el almacenamiento	91
10. Tabla peruana composición de alimentos en la categoría G – Leches y derivados (yogur de leche entera)	94
11. Fotografías de las pruebas realizadas en los laboratorios de la FIA – USMP	95
12. Maíz morado orgánico en polvo – Ecoandino	99
13. Ficha técnica maíz morado orgánico en polvo Ecoandino	100
14. Ficha técnica cultivo Diagramma	103

1. Resultados de Recuento de BAL – Laboratorio La Molina Calidad Total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 000883 - 2020

SOLICITANTE : CHRISTIAN PAOLO MURILLO MONTALVO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. ANTONIO PLACENCIA MZ.P 7 LT.2 URBANIZACIÓN MARISCAL CÁCERES - SAN JUAN DE LURIGANCHO
 RUC: 70022356 Teléfono: ---
PRODUCTO : YOGURT CON MAÍZ MORADO EN POLVO (ORU 2.5%)
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : INTEGRANTES:
 - CHRISTIAN MURILLO
 - MARÍA NOÉ SCUDELLARI
CANTIDAD RECIBIDA : 399,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase cerrado a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000521 -2020
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 31/01/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. Bacterias Acido Lácticas (UFC/g)	68x10 ³

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- APHA/CMMEF 5Th. Ed. Chapter 19 Pág. 231-233 2015

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 31/01/2020 Al 06/02/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 6 de Febrero de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

 Mtro. Químico Mary Elor Cáceres Coral
 DIRECTORA TÉCNICA
 C.O.P. N° 635

Pág 1/1



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 001097 - 2020

SOLICITANTE : CHRISTIAN PAOLO MURILLO MONTALVO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. ANTONIO PLACENCIA MZ.P 7 LT.2 URBANIZACIÓN MARISCAL CÁCERES - SAN JUAN DE LURIGANCHO
 RUC: 70022356 Teléfono: ---
PRODUCTO : YOGURT CON MAÍZ MORADO EN POLVO (ORU 2.5%)
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : SEMANA N° 2
 INTEGRANTES:
 - CHRISTIAN MURILLO
 - MARÍA NOÉ SCUDELLARI
CANTIDAD RECIBIDA : 384,7 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase cerrado a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000635 -2020
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/02/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. Bacterias Acido Lácticas (UFC/g)	40x100000

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- APHA/CMMEF 5Th. Ed. Chapter 19 Pág. 231-233 2015

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 07/02/2020 Al 13/02/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 13 de Febrero de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

M. Quira
 Mtro. Quira Mary Flor Césare Coral
 DIRECTORA TÉCNICA
 C. Q.P. N° 635

Pág 1/1



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 001284 - 2020

SOLICITANTE : CHRISTIAN PAOLO MURILLO MONTALVO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. ANTONIO PLACENCIA MZ.P 7 LT.2 URBANIZACIÓN MARISCAL CÁCERES - SAN JUAN DE LURIGANCHO
RUC : 70022356 **Teléfono** :
PRODUCTO : YOGURT CON MAÍZ MORADO EN POLVO (ORU 2.5%)
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : SEMANA N° 3
INTEGRANTES :
 - CHRISTIAN MURILLO
 - MARÍA NOÉ SCUDELLARI
CANTIDAD RECIBIDA : 388,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase cerrado a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000786 -2020
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 14/02/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. Bacterias Acido Lácticas (UFC/g)	14x10000

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- APHA/CMMEF 5th. Ed. Chapter 19 Pág. 231-233 2015

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 14/02/2020 Al 20/02/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 20 de Febrero de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Mary Flor Césare Coral
 Mtro. Quím. Mary Flor Césare Coral
 DIRECTORA TECNICA
 C.O.P. N° 635

Pág 1/1



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 001474 - 2020

SOLICITANTE : CHRISTIAN PAOLO MURILLO MONTALVO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. ANTONIO PLACENCIA MZ.P 7 LT.2 URBANIZACIÓN MARISCAL CÁCERES - JUAN DE LURIGANCHO
 RUC: 70022356 Teléfono: ---
PRODUCTO : YOGURT CON MAÍZ MORADO EN POLVO (ORU 2.5%)
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : SEMANA N° 4
 INTEGRANTES:
 - CHRISTIAN MURILLO
 - MARÍA NOÉ SCUDELLARI
CANTIDAD RECIBIDA : 219,1 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase cerrado a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000928 -2020
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 21/02/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. Bacterias Acido Lácticas (UFC/g)	12x10000

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- APHA/CMMEF 5Th. Ed. Chapter 19 Pág. 231-233 2015

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 21/02/2020 Al 27/02/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 27 de Febrero de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Mtro. Quím. Mgry Flor Césare Coral
 DIRECTORA TÉCNICA
 C.O.P. N° 635

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

2. Resultados del Análisis de Imágenes

Tabla 199. Valores CIEL*a*b* para la muestra en blanco de yogur

	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C* _{ab}	h _{ab}
Blanco	244	247	230	96,6	-3,91	7,81	8,73	-1,11
	245	250	228	97,43	-5,079	9,01	10,34	-1,06
	243	248	226	96,69	-5,41	9,99	11,36	-1,07
	244	249	229	97,08	-5,08	9,01	10,34	-1,06
	245	250	228	97,38	-5,41	9,97	11,34	-1,07
	247	251	236	97,96	-3,9	6,71	7,76	-1,04
	248	251	234	97,99	-3,9	7,79	8,71	-1,11
	243	248	228	96,73	-5,08	9,02	10,35	-1,06
	243	248	226	96,69	-5,41	9,98	11,35	-1,07
	245	248	231	96,95	-3,91	7,81	8,73	-1,11
	243	248	228	96,73	-5,03	9,02	10,33	-1,06
	244	249	226	97,01	-5,57	10,46	11,85	-1,08
	242	247	227	96,38	-5,09	9,03	10,37	-1,06
	244	249	229	97,08	-5,08	9,01	10,34	-1,06
	240	245	222	95,62	-5,59	10,49	11,89	-1,08
	242	247	227	96,38	-5,09	9,03	10,37	-1,06
Promedio	244,00	248,53	228,44	96,92	-4,91	9,01	10,26	-1,07

Elaborado por: los autores

Tabla 20. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado YGT

	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C* _{ab}	h _{ab}
YGT	237	235	220	92,83	-1,89	7,5	7,73	-1,32
	229	228	208	90,18	-3,07	9,87	10,34	-1,27
	233	231	216	91,43	-1,89	7,52	7,75	-1,32
	235	233	218	92,13	-1,89	7,51	7,74	-1,32
	232	229	214	90,8	-1,55	7,66	7,82	-1,37
	235	232	217	91,86	-1,55	7,64	7,80	-1,37

239	236	221	93,26	-1,55	7,62	7,78	-1,37	
231	227	215	90,24	-0,71	6,32	6,36	-1,46	
235	233	218	92,13	-1,89	7,51	7,74	-1,32	
233	231	216	91,43	-1,89	7,53	7,76	-1,32	
232	230	215	91,08	-1,89	7,53	7,76	-1,32	
231	230	212	90,93	-2,74	8,88	9,29	-1,27	
234	231	216	91,51	-1,55	7,65	7,81	-1,37	
234	228	214	90,7	-0,35	7,54	7,55	-1,52	
230	229	211	90,58	-2,74	8,89	9,30	-1,27	
231	229	209	90,65	-2,39	9,01	9,32	-1,31	
Promedio	233,19	230,75	215,00	91,36	-1,85	7,89	8,12	-1,35

Elaborado por: los autores

Tabla 21. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado MZI

	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C*_{ab}	h_{ab}
MZI	217	204	188	82,68	1,85	9,58	9,76	1,38
	216	201	182	81,7	2,11	11,37	11,56	1,39
	216	204	192	82,69	2,14	7,46	7,76	1,29
	218	206	194	83,41	2,13	7,44	7,74	1,29
	217	203	192	82,52	3,019	7,22	7,83	1,17
	219	206	197	83,56	2,98	6,08	6,77	1,12
	213	200	191	81,41	3	6,11	6,81	1,11
	216	204	188	82,6	1,49	9,46	9,58	1,41
	222	209	193	84,47	1,83	9,54	9,71	1,38
	219	207	195	83,77	2,12	7,44	7,74	1,29
	215	202	193	82,13	2,99	6,1	6,79	1,12
	214	200	189	81,44	3,03	7,24	7,85	1,17
	215	201	188	81,76	2,7	8,24	8,67	1,25
	216	202	191	82,16	3,02	7,22	7,83	1,17
	217	203	190	82,47	2,69	8,22	8,65	1,25

	213	199	188	81,08	3,03	7,25	7,86	1,17
Promedio	216,44	203,19	190,69	82,49	2,51	7,87	8,31	1,25

Elaborado por: los autores

Tabla 22. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado ORU

	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C*_{ab}	h_{ab}
ORU	196	171	166	71,97	8,22	5,89	10,11	0,62
	185	165	156	69,2	5,76	7,31	9,31	0,90
	183	164	158	68,81	5,89	5,62	8,14	0,76
	191	166	162	70,15	8,44	5,42	10,03	0,57
	185	162	156	68,43	7,41	6,2	9,66	0,70
	199	176	168	73,56	6,95	7,11	9,94	0,80
	192	172	163	71,8	5,71	7,25	9,23	0,90
	187	169	159	70,49	4,82	7,51	8,92	1,00
	188	168	157	70,27	5,42	8,32	9,93	0,99
	181	161	152	67,71	5,8	7,34	9,35	0,90
	187	164	158	69,17	7,39	6,18	9,63	0,70
	186	163	155	68,75	7,07	7,23	10,11	0,80
	191	168	162	70,66	7,35	6,15	9,58	0,70
	183	163	156	68,51	6,11	6,29	8,77	0,80
	186	163	157	68,8	7,4	6,19	9,65	0,70
	196	174	163	72,66	6,12	8,53	10,50	0,95
Promedio	188,50	166,81	159,25	70,06	6,62	6,78	9,55	0,80

Elaborado por: los autores

Tabla 23. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado AMD

	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C*_{ab}	h_{ab}
AMD	184	153	150	65,88	11,02	5,88	12,49	0,49
	185	154	152	66,28	11,17	5,35	12,39	0,45
	179	150	144	64,49	9,83	7,19	12,18	0,63

163	131	142	58,01	14,09	-1,26	14,15	-0,09	
183	148	152	64,58	13,74	2,85	14,03	0,20	
185	154	152	66,28	11,17	5,35	12,39	0,45	
183	149	147	64,7	12,38	5,85	13,69	0,44	
182	150	151	64,96	12,09	3,96	12,72	0,32	
193	159	160	68,51	12,7	4,19	13,37	0,32	
185	151	152	65,53	12,83	4,25	13,52	0,32	
183	152	150	65,53	11,2	5,36	12,42	0,45	
184	150	151	65,15	12,84	4,26	13,53	0,32	
184	150	149	65,10	12,53	5,31	13,61	0,40	
180	148	149	64,2038	12,12	3,97	12,75	0,32	
185	155	147	66,42	9,83	8,33	12,88	0,70	
183	152	149	65,51	11,04	5,89	12,51	0,49	
Promedio	182,56	150,38	149,81	65,07	11,91	4,80	13,04	0,39

Elaborado por: los autores

Tabla 24. Valores CIEL*a*b* para la muestra de yogur con maíz morado RDO

	Red	Green	Blue	L*	a*	b*	C*_{ab}	h_{ab}
RDO	166	134	137	58,94	12,68	3,01	13,03	0,23
	151	121	123	53,69	11,98	3,33	12,43	0,27
	168	128	136	57,6	16,69	1,66	16,77	0,10
	173	134	135	59,6	15,06	5,2	15,93	0,33
	169	134	130	59,06	12,73	7,24	14,64	0,52
	165	131	130	57,89	12,87	5,5	14,00	0,40
	168	131	138	58,41	15,31	1,69	15,40	0,11
	166	130	132	57,79	14,14	4,22	14,76	0,29
	169	133	137	58,99	14,4	3,12	14,73	0,21
	167	131	133	58,17	14,12	4,21	14,73	0,29
	164	128	132	57,07	14,5	3,16	14,84	0,21
	167	133	132	58,66	12,83	5,48	13,95	0,40

	170	134	134	59,27	13,74	5,25	14,71	0,36
	141	105	115	48,26	16,02	0,04	16,02	0,00
	167	131	133	58,17	14,12	4,21	14,73	0,29
	164	130	131	57,56	13,2	4,43	13,92	0,32
Promedio	164,69	129,25	131,75	57,45	14,02	3,86	14,66	0,27

Elaborado por: los autores

3. Resultados de Acidez titulable y pH

Tabla 25. Valores de acidez titulable de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra	Peso de Muestra (g)	Acidez Titulable			Promedio de Acidez Titulable
		1	2	3	
Blanco	10,0565	1,208	1,119	1,163	1,16 ± 0,030
YGT	10,0717	1,162	1,117	1,162	1,15 ± 0,020
MZI	10,0778	1,161	1,116	1,161	1,15 ± 0,020
ORU	10,0366	1,211	1,255	1,211	1,23 ± 0,020
AMD	10,0122	1,124	1,169	1,169	1,15 ± 0,020
RDO	10,0156	1,258	1,123	1,168	1,18 ± 0,050

Elaborado por: los autores

Tabla 26. Valores de pH de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra	pH			Promedio
	1	2	3	
Blanco	4,33	4,34	4,34	4,34 ± 0,004
YGT	4,35	4,36	4,36	4,36 ± 0,004

MZI	4,38	4,38	4,39	4,38 ± 0,004
ORU	4,38	4,38	4,39	4,38 ± 0,004
AMD	4,4	4,4	4,39	4,40 ± 0,004
RDO	4,43	4,42	4,43	4,43 ± 0,004

Elaborado por: los autores

4. Contenido Total de Antocianinas y Fenoles

Tabla 27. Contenido total de antocianinas de las muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestra	pH 1		pH 4.5		A	Contenido Total de Antocianinas (p/p)
	520nm	700nm	520nm	700nm		
Blanco	0,008	0,006	0,007	0,002	-0,003 ± 0,002	-0,010 ± 0,005
	0,009	0,005	0,007	0,003	± 0,002	± 0,005
YGT	0,056	0,002	0,012	0,001	0,043 ± 0,117	0,162 ± 0,006
	0,059	0,003	0,012	0,002	0,046 ± 0,117	0,173 ± 0,006
MZI	0,200	0,003	0,037	0,004	0,164 ± 0,01	0,592 ± 0,002
	0,199	0,003	0,034	0,003	0,165 ± 0,01	0,596 ± 0,002
ORU	0,369	0,002	0,060	0,004	0,311 ± 0,004	1,125 ± 0,014
	0,362	0,003	0,060	0,004	0,303 ± 0,004	1,096 ± 0,014
AMD	0,558	0,004	0,096	0,006	0,464 ± 0,005	1,607 ± 0,016

	0,540	0,002	0,085	0,002	0,455 ± 0,005	1,575 ± 0,016
	0,709	0,007	0,123	0,006	0,585 ± 0,011	1,850 ± 0,035
RDO	0,725	0,003	0,123	0,008	0,607 ± 0,011	1,919 ± 0,035

Elaborado por: los autores

Tabla 28. Contenido total de fenoles de muestras de yogur con maíz morado en polvo a distintas concentraciones

Muestras	A ₇₆₀	Contenido de fenoles (µg/mL Ácido Gálico)	p/p
YGT 1	1,495	253,172 ± 3,966	0,008 ± 0,00013
YGT2	1,449	245,241 ± 3,966	0,008 ± 0,00013
MZI 1	1,932	328,517 ± 0,690	0,011 ± 0,000023
MZI 2	1,924	327,138 ± 0,690	0,011 ± 0,000023
ORU 1	2,394	408,172 ± 0,259	0,014 ± 0,673
ORU 2	2,391	407,655 ± 0,259	0,014 ± 0,673
AMD1	2,442	416,448 ± 8,448	0,014 ± 0,00028
AMD2	2,344	399,552 ± 8,448	0,013 ± 0,00028
RDO 1	2,761	471,448 ± 1,90	0,016 ± 0,000063
RDO 2	2,783	475,241 ± 1,90	0,016 ± 0,000063

Elaborado por: los autores

5. Resultados de Capacidad Antioxidante

Tabla 29. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado YGT

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,8	0,806	20,398	19,801
0:04:00	0,791	0,799	21,294	20,498
0:06:00	0,785	0,794	21,891	20,995
0:08:00	0,782	0,791	22,189	21,294
0:10:00	0,778	0,789	22,587	21,493
0:12:00	0,775	0,786	22,886	21,791
0:14:00	0,773	0,784	23,085	21,990
0:16:00	0,771	0,782	23,284	22,189
0:18:00	0,769	0,78	23,483	22,388
0:20:00	0,768	0,777	23,582	22,687
0:22:00	0,766	0,776	23,781	22,786
0:24:00	0,764	0,775	23,980	22,886
0:26:00	0,763	0,774	24,080	22,985
0:28:00	0,762	0,774	24,179	22,985
0:30:00	0,76	0,772	24,378	23,184

Elaborado por: los autores

Tabla 30. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado MZI

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,766	0,82	23,781	18,408
0:04:00	0,748	0,802	25,572	20,199
0:06:00	0,737	0,79	26,667	21,393
0:08:00	0,727	0,78	27,662	22,388
0:10:00	0,719	0,772	28,458	23,184
0:12:00	0,711	0,765	29,254	23,881

0:14:00	0,705	0,762	29,851	24,179
0:16:00	0,699	0,76	30,448	24,378
0:18:00	0,694	0,759	30,945	24,478
0:20:00	0,689	0,758	31,443	24,577
0:22:00	0,684	0,756	31,940	24,776
0:24:00	0,68	0,753	32,338	25,075
0:26:00	0,676	0,75	32,736	25,373
0:28:00	0,673	0,748	33,035	25,572
0:30:00	0,669	0,745	33,433	25,871

Elaborado por: los autores

Tabla 31. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado ORU

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,793	0,761	21,095	24,28
0:04:00	0,771	0,736	23,284	26,77
0:06:00	0,756	0,718	24,776	28,56
0:08:00	0,744	0,703	25,970	30,05
0:10:00	0,734	0,69	26,965	31,34
0:12:00	0,725	0,678	27,861	32,54
0:14:00	0,717	0,668	28,657	33,53
0:16:00	0,71	0,659	29,353	34,43
0:18:00	0,704	0,65	29,950	35,32
0:20:00	0,698	0,642	30,547	36,12
0:22:00	0,693	0,635	31,045	36,82
0:24:00	0,688	0,628	31,542	37,51
0:26:00	0,683	0,622	32,040	38,11
0:28:00	0,679	0,617	32,438	38,61
0:30:00	0,675	0,612	32,836	39,10

Elaborado por: los autores

Tabla 32. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado AMD

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,744	0,728	25,970	27,562
0:04:00	0,71	0,693	29,353	31,045
0:06:00	0,688	0,666	31,542	33,731
0:08:00	0,67	0,645	33,333	35,821
0:10:00	0,655	0,627	34,826	37,612
0:12:00	0,642	0,612	36,119	39,104
0:14:00	0,631	0,598	37,214	40,498
0:16:00	0,62	0,585	38,308	41,791
0:18:00	0,611	0,573	39,204	42,985
0:20:00	0,602	0,561	40,100	44,179
0:22:00	0,595	0,551	40,796	45,174
0:24:00	0,587	0,542	41,592	46,070
0:26:00	0,581	0,534	42,189	46,866
0:28:00	0,574	0,527	42,886	47,562
0:30:00	0,568	0,52	43,483	48,259

Elaborado por: los autores

Tabla 33. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra de yogur con maíz morado RDO

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,661	0,692	34,229	31,144
0:04:00	0,61	0,644	39,303	35,920
0:06:00	0,575	0,61	42,786	39,303
0:08:00	0,549	0,583	45,373	41,990
0:10:00	0,527	0,56	47,562	44,279
0:12:00	0,508	0,539	49,453	46,368
0:14:00	0,491	0,521	51,144	48,159

0:16:00	0,476	0,506	52,637	49,652
0:18:00	0,462	0,491	54,030	51,144
0:20:00	0,449	0,478	55,323	52,438
0:22:00	0,437	0,465	56,517	53,731
0:24:00	0,425	0,454	57,711	54,826
0:26:00	0,415	0,443	58,706	55,920
0:28:00	0,405	0,433	59,701	56,915
0:30:00	0,395	0,424	60,697	57,811

Elaborado por: los autores

6. Sinéresis de la muestra ORU durante el almacenamiento

Tabla 34. Sinéresis de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	Muestra	Peso de Muestra (g)	Líquido Decantado (mL)	% Sinéresis
1	ORU 1	50,047	17	33,968 ± 0,004
	ORU 2	50,0351	17	33,976 ± 0,004
2	ORU 1	50,0486	17,5	34,966 ± 0,007
	ORU 2	50,0295	17,5	34,979 ± 0,007
3	ORU 1	50,0222	18,5	36,984 ± 0,483
	ORU 2	50,0674	19	37,949 ± 0,483
4	ORU 1	50,0676	21,5	42,942 ± 1,476
	ORU 2	50,0119	20	39,990 ± 1,476

Elaborado por: los autores

7. Acidez titulable y pH de la muestra ORU durante el almacenamiento

Tabla 35. Valores de acidez titulable de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	Peso de Muestra (g)	Acidez Titulable			Promedio de Acidez Titulable
		1	2	3	
1	10,08915	1,160	1,338	-	1,25 ± 0,048
2	10,1272	1,516	1,963	1,695	1,74 ± 0,016
3	10,0801	1,427	1,338	1,338	1,38 ± 0,004
4	10,0614	1,516	1,427	1,427	1,47 ± 0,004

Elaborado por: los autores

Tabla 36. Valores de pH de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	pH			PROMEDIO
	1	2	3	
1	4,44	4,52	4,54	4,50 ± 0,040
2	4,32	4,34	4,35	4,34 ± 0,011
3	4,3	4,34	4,4	4,35 ± 0,036
4	4,33	4,31	4,32	4,32 ± 0,007

Elaborado por: los autores

8. Contenido total de antocianinas y fenoles de la muestra ORU durante el almacenamiento

Tabla 37. Contenido total antocianinas muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	pH 1		pH 4.5		A	Contenido Total de Antocianinas (p/p)
	520nm	700nm	520nm	700nm		
1	0,483	0,007	0,084	0,008	0,400 ± 0,006	1,024 ± 0,015
	0,491	0,007	0,079	0,007	0,412 ± 0,006	1,054 ± 0,015

2	0,221	0,008	0,045	0,009	0,177 ± 0,003	0,360 ± 0,026
	0,226	0,008	0,045	0,009	0,182 ± 0,003	0,411 ± 0,026
3	0,171	0,006	0,042	0,006	0,129 ± 0,001	0,359 ± 0,004
	0,173	0,005	0,045	0,005	0,128 ± 0,001	0,366 ± 0,004
4	0,175	0,002	0,070	0,028	0,131 ± 0,001	0,296 ± 0,001
	0,175	0,002	0,071	0,026	0,128 ± 0,001	0,299 ± 0,001

Elaborado por: los autores

Tabla 38. Contenido total de fenoles de la muestra ORU (2.5%) durante el almacenamiento en refrigeración

Semana	A ₇₆₀	Contenido de Fenoles (µg/mL Ácido Gálico)	p/p
1	0,542	88,862 ± 0,517	0,00089
	0,548	89,897 ± 0,517	0,00090
2	0,517	84,552 ± 0,086	0,00085
	0,516	84,379 ± 0,086	0,00084
3	0,506	82,655 ± 0,086	0,00083
	0,507	82,828 ± 0,086	0,00083
4	0,504	82,310	0,00082
	0,504	82,310	0,00082

Elaborado por: los autores

9. Capacidad antioxidante de la muestra ORU durante el almacenamiento

Tabla 39. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra ORU semana 1

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,364	0,524	63,781	47,861
0:04:00	0,353	0,519	64,876	48,358

0:06:00	0,353	0,511	64,876	49,154
0:08:00	0,355	0,507	64,677	49,552
0:10:00	0,356	0,506	64,577	49,652
0:12:00	0,357	0,5	64,478	50,249
0:14:00	0,357	0,496	64,478	50,647
0:16:00	0,357	0,492	64,478	51,045
0:18:00	0,357	0,491	64,478	51,144
0:20:00	0,357	0,488	64,478	51,443
0:22:00	0,357	0,483	64,478	51,940
0:24:00	0,356	0,475	64,577	52,736
0:26:00	0,356	0,464	64,577	53,831
0:28:00	0,355	0,462	64,677	54,030
0:30:00	0,354	0,461	64,776	54,129

Elaborado por: los autores

Tabla 40. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra ORU
semana 2

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición	% Inhibición
			1	2
0:02:00	0,85	0,666	15,423	33,731
0:04:00	0,82	0,645	18,408	35,821
0:06:00	0,802	0,625	20,199	37,811
0:08:00	0,789	0,614	21,493	38,905
0:10:00	0,777	0,599	22,687	40,398
0:12:00	0,767	0,588	23,682	41,493
0:14:00	0,756	0,577	24,776	42,587
0:16:00	0,747	0,568	25,672	43,483
0:18:00	0,738	0,56	26,567	44,279
0:20:00	0,731	0,552	27,264	45,075
0:22:00	0,724	0,545	27,960	45,771

0:24:00	0,718	0,538	28,557	46,468
0:26:00	0,716	0,531	28,756	47,164
0:28:00	0,714	0,525	28,955	47,761
0:30:00	0,71	0,519	29,353	48,358

Elaborado por: los autores

Tabla 41. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra ORU
semana 3

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,669	0,622	33,433	38,109
0:04:00	0,642	0,589	36,119	41,393
0:06:00	0,624	0,568	37,910	43,483
0:08:00	0,609	0,55	39,403	45,274
0:10:00	0,597	0,535	40,597	46,766
0:12:00	0,586	0,521	41,692	48,159
0:14:00	0,576	0,509	42,687	49,353
0:16:00	0,567	0,498	43,582	50,448
0:18:00	0,559	0,487	44,378	51,542
0:20:00	0,551	0,478	45,174	52,438
0:22:00	0,544	0,469	45,871	53,333
0:24:00	0,537	0,461	46,567	54,129
0:26:00	0,531	0,453	47,164	54,925
0:28:00	0,525	0,446	47,761	55,622
0:30:00	0,519	0,438	48,358	56,418

Elaborado por: los autores

Tabla 42. Valores de absorbancia y % de inhibición para la muestra ORU
semana 4

Tiempo	Abs 1	Abs 2	% Inhibición 1	% Inhibición 2
0:02:00	0,611	0,694	39,204	30,945
0:04:00	0,576	0,668	42,687	33,532
0:06:00	0,553	0,651	44,975	35,224

0:08:00	0,534	0,636	46,866	36,716
0:10:00	0,517	0,623	48,557	38,010
0:12:00	0,503	0,612	49,950	39,104
0:14:00	0,49	0,602	51,244	40,100
0:16:00	0,478	0,592	52,438	41,095
0:18:00	0,467	0,584	53,532	41,891
0:20:00	0,458	0,576	54,428	42,687
0:22:00	0,448	0,569	55,423	43,383
0:24:00	0,438	0,562	56,418	44,080
0:26:00	0,429	0,555	57,313	44,776
0:28:00	0,421	0,549	58,109	45,373
0:30:00	0,413	0,543	58,905	45,970

Elaborado por: los autores

10. Tabla peruana composición de alimentos en la categoría G – Leches y derivados (yogur de leche entera)

G- LECHES Y DERIVADOS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ALIMENTO	Energía	Energía	Agua	Proteínas	Grasa total	Carbohidratos	Carbohidratos	Fibra dietaria
		<ENERC>	<ENERC>	<WATER>	<PROCNT>	<FAT>	totales	disponibles	<FIBTG>
		kcal	kJ	g	g	g	g	g	g
G 1	Crema de leche, espesa	345	1443	57,7	2,1	37,0	2,8	2,8	0,0
G 2	Crema de leche, rala	195	816	73,8	2,7	19,3	3,7	3,7	0,0
G 3	Leche condensada endulzada	322	1347	27,2	7,9	9,2	53,7	53,7	0,0
G 4	Leche en polvo descremada	362	1515	3,2	36,2	0,8	52,0	52,0	0,0
G 5	Leche en polvo entera	484	2025	3,9	27,0	26,1	36,1	36,1	0,0
G 6	Leche evaporada descremada	79	331	80,0	7,1	0,9	10,5	10,5	0,0
G 7	Leche evaporada entera	133	556	73,5	6,3	7,7	10,9	10,9	0,0
G 8	Leche fresca c/menos de 1% grasa	43	180	90,1	3,5	1,0	4,7	4,7	0,0
G 9	Leche fresca entera (plusa)	64	268	87,8	3,2	3,2	5,1	5,1	0,0
G 10	Leche fresca de cabra	66	276	87,3	3,2	3,8	5,0	5,0	0,0
G 11	Leche fresca de vaca	63	264	87,8	3,1	3,5	4,9	4,9	0,0
G 12	Leche materna	70	293	87,5	1,0	4,4	6,9	6,9	0,0
G 13	Queso fresco de cabra	173	724	65,1	16,3	10,3	3,4	3,4	0,0
G 14	Queso fresco de vaca	264	1105	55,0	17,5	20,1	3,3	3,3	0,0
G 15	Queso mantecoso	396	1657	33,5	28,0	30,0	3,3	3,3	0,0
G 16	Queso parmesano duro	440	1843	33,2	30,3	30,3	1,0	1,0	0,0
G 17	Yogurt de leche entera	61	255	87,9	3,5	3,3	4,7	4,7	0,0
G 18	Yogurt tritado de leche semidescremada	97	406	73,6	4,1	2,6	16,3	16,2	0,3

Figura 6. Tabla peruana de composición de alimentos en la categoría G –

Leches y derivados

Modificado por: los autores

11. Fotografías de las pruebas realizadas en los laboratorios de la FIA – USMP



Figura 7. Elaboración de yogur



Figura 8. Preparación de muestras de yogur con maíz morado



Figura 9. Determinación de características cromáticas CIELAB



Figura 10. Determinación de sinéresis de las muestras de yogur por el método de decantación



Figura 11. Determinación de acidez titulable



Figura 12. Determinación de pH en potenciómetro



Figura 13. Determinación de contenido total de antocianinas por pH diferencial

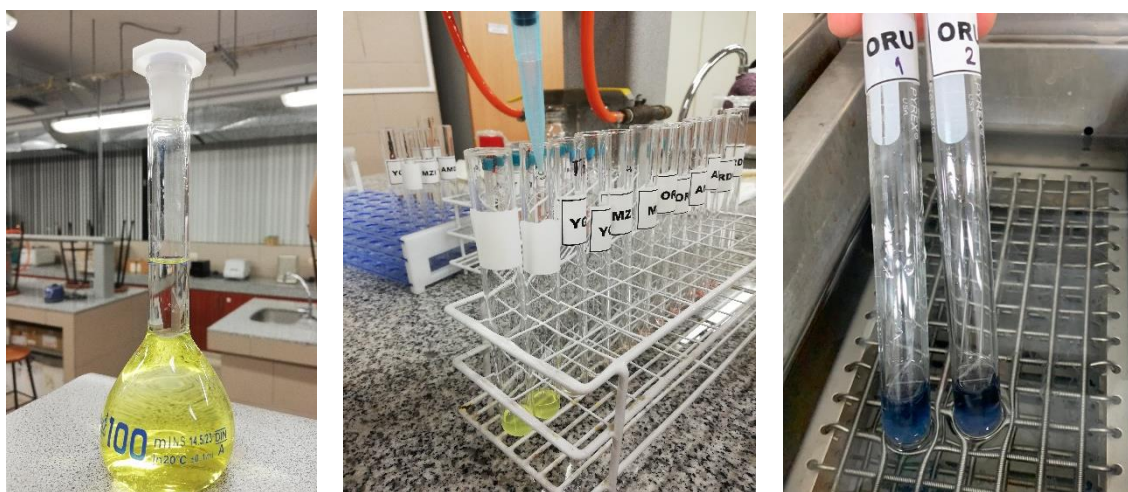


Figura 14. Determinación de fenoles



Figura 15. Determinación de capacidad antioxidante



Figura 16. Análisis sensorial

12. Maíz morado orgánico en polvo – Ecoandino



13. Ficha técnica maíz morado orgánico en polvo Ecoandino



TECHNICAL DATA SHEET
(Ficha Técnica)

ORGANIC RAW PURPLE CORN KERNELS POWDER

(Granos de maíz morado en polvo orgánico)

I. PRODUCT INFORMATION (Información del producto)

PRODUCT NAME (Nombre del producto)	Organic raw purple corn kernels powder (Granos de maíz morado en polvo orgánico)
SCIENTIFIC NAME (Nombre científico)	<i>Zea mays L.</i>
*SANITARIAN REGISTER NUMBER (Número de registro sanitario)	E4513813N / KBEOSA
COMPOSITION (Composición)	100% purple corn kernel. (100% granos de maíz morado)
ORIGIN (Origen)	Ayacucho (Huanta) / Huancavelica (Pampas)- Peru.
PROCESS (Proceso)	Reception, weighing, raw material storage, kernels removing, selection and cleaning, grinding, washing, disinfection, drying, grinding, sieving, packing, verified (metal detector), finished product storage, dispatched (Recepción, pesado, almacén de materia prima, desgranado, selección y limpieza, lavado, desinfección, secado, molienda, tamizado, envasado, verificado (detector de metal), almacenado de producto terminado, despacho.
SHELF LIFE (Tiempo de vida útil)	24 months in original package. (18 meses en empaque original)
CERTIFICATIONS (Certificaciones)	       

*Issued by DIGESA, Ministry of Health of Peru. (Emitido por DIGESA, Ministerio de salud de Perú)

II. ORGANOLEPTIC PROPERTIES (Propiedades organolépticas)

COLOR (Color)	Light purple. (Morado claro)
ODOR (Olor)	Characteristic of the product. (Característico del producto)
TASTE (Sabor)	Characteristic of the product. (Característico del producto)

III. PHYSICAL- CHEMICAL SPECIFICATIONS (Especificaciones físico-químicas)

MOISTURE (Humedad)	≤ 5%
---------------------------	------

IV. NUTRITION FACTS (Información nutricional)

COMPONENTS (Componentes)	VALUE (Valor)	UNITS (Unidades)
Calories (Calorías)	371	Kcal/ 100g
Total carbohydrates (Carbohidratos totales)	74,2	g/100g
Dietary Fiber (Fibra dietaria)	9,93	g/100g
Proteins (Proteínas)	7,38	g/100g
Total fat (Grasas totales)	4,50	g/100g
Ashes (Cenizas)	1,34	g/100g
Moisture (Humedad)	5	g/100g

Source: Ecoandino sample analyzed by Cerper S.A. Accredited Laboratory.
(Fuente: Elaboración propia, analizado por Laboratorio acreditado Cerper S.A.)

V. MICROBIOLOGIC ANALYSIS (Análisis microbiológico)

ANALYSIS (Análisis)	LIMIT CFU/g * (Límite (UFC/g))
Aerobic mesophilic (Aerobios mesófilos)	10 ⁴
Total Mold (Mohos total)	10 ³
E.Coli determination (Determinación E. Coli)	Absence (Ausencia)
Salmonella sp. (Salmonella sp.)	Absence/25g (Ausencia/25g)

*Peruvian Standards, DIGESA, Ministry of Health and customer request (Normas de DIGESA, Ministerio de Salud de Perú y requerimientos de clientes)

VI. PACKAGING (Envase)

BULK (Granel)	<p>Primary packaging: 10 Heat sealed polyethylene bag up to 10 kg, stand up bag with 10 g laminated polyethylene zipper up to 1 kg (Envase primario: bolsa de polietileno de 10 g hasta 10 kg, bolsa stand up con zipper de polietileno laminado de 10 g hasta 1 kg.)</p> <p>Secondary packaging: corrugated cardboard boxes 20 units (Envase secundario: cajas de cartón corrugado 20 unidades)</p>
RETAIL	<p>Primary packaging: Heat sealed stand up bag with 250 g laminated polyethylene zipper up (Envase primario: bolsa stand up con zipper de polietileno laminado de 250)</p> <p>Secondary packaging: corrugated cardboard boxes 20 units (Envase secundario: cajas de cartón corrugado 20 unidades)</p>

VII. ADDITIONAL INFORMATION (Información Adicional)

- Gluten free product. (Producto libre de gluten)
- GMO free product. (Producto libre de organismos genéticamente modificados).
- Additive free product. (Producto libre de aditivos)
- Non-irradiated product. (Producto no irradiado)

VIII. STORAGE RECOMMENDATIONS *(Recomendaciones de almacenaje)*

- Store in fresh and dry places. *(Almacenar en lugares frescos y secos).*
- Keep away from direct sunlight. *(Evitar exposición directa al sol).*
- Keep it in the original pack closed once opened. *(Una vez abierto, conservar en el empaque original cerrado).*
- Keep in room temperature of 20 - 22 ° C and relative humidity $\leq 70\%$ *(Conservar a temperatura ambiente de 20-22 °C y humedad relativa de $\leq 70\%$).*

IX. TARGET AUDIENCE *(Público dirigido)*

- Suitable for the general public *(Apto para público en general)*

X. SUGGESTED USES *(Aplicaciones)*

- Mixed with milk, oatmeal, juices, smoothie and yogurts or other *(Mezclado con leche, avena, cereales, batidos, yogur u otros).*

14. Ficha técnica cultivo Diagramma



FICHA TECNICA

Revisión 10 - Copia no controlada
Control de Calidad 04/12/13

SLB95

PRESENTACIÓN

Liofilizado
Fermento de inoculación directa

COMPOSICIÓN

Streptococcus thermophilus *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*
Lactobacillus acidophilus

ROTACIONES DISPONIBLES

SLB 95₁, SLB 95₂, SLB 95₃

DOSIS RECOMENDADA

4 dosis/1000 l

APLICACIÓN

Yogurt batido.

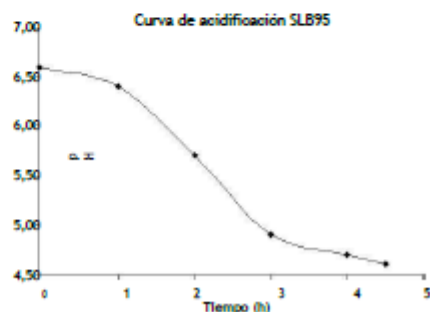
ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS

Rcto. bacterias viables	$\geq 5 \times 10^{10}$ UFC/g	
Coliformes totales	n=4 c=2 m=10 M=20	FIL-IDF 73B:1998
<i>E. coli</i>	Ausente en 1 g	ECC CHROMAGAR
Hongos y levaduras	n=4 c=2 m=10 M=60	FIL-IDF 94B:1990
<i>S. aureus</i>	Ausente en 1 g	CHROMAGAR <i>Staph aureus</i>
<i>Salmonella</i>	Ausente en 25 g	CHROMAGAR <i>Salmonella</i>

TEST DE ACTIVIDAD FERMENTATIVA

Temperatura: 43°C
Sustrato: leche descremada en polvo reconstituida al 10%, pasteurizada 30 minutos a 100°C
Mezclado: 2 a 3 minutos
Inóculo: 4 dosis/1000 litros
Duración: 6 h
Delta de pH (4 h): $1,90 \pm 0,15$
Post-acidificación (24 h): $4,30 \pm 0,15$

Tiempo (h)	0	1	2	3	4	4.5
pH	6,60	6,40	5,70	4,90	4,70	4,60



Estas especificaciones podrán ser modificadas en el futuro sin previo aviso.

San Lorenzo 1055 - 3000 - Santa Fe - Argentina; Tel: 54 342 4584245 Fax: 54 342 4598436
comext@diagramma.com.ar administracion@diagramma.com.ar