



Received: Aug 18, 2024 / Accepted: Oct 22, 2024

Artículo Original

## Propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante del yogur de Mashua púrpura

### Physicochemical properties and antioxidant capacity of purple Mashua yogurt

I. Ibarra-Luna<sup>1</sup> , D. Miranda-Cabrera<sup>2\*</sup> , F. Rojas-Ruiz<sup>2</sup>



<https://doi.org/10.51431/par.v6i2.969>

#### Resumen

**Objetivo:** Determinar las características fisicoquímicas y el potencial antioxidante del yogur optimizado con *Tropaeolum tuberosum* (“mashua púrpura”). **Metodología:** Se preparó yogur natural y se le añadió puré de mashua, en cinco concentraciones diferentes (16,67, 33,45, 50,04, 66,33 y 83,55 g por cada litro de yogur); la concentración óptima se determinó utilizando el método gráfico de punto de corte. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez titulable, densidad, sinéresis y viscosidad), el potencial antioxidante mediante el ensayo ABTS+, la cantidad de polifenoles totales mediante la reacción colorimétrica de Folin-Ciocalteu. **Resultados:** Las concentraciones del puré de mashua púrpura optimizada que se añadió al yogur natural fue 55,67 g. Sus propiedades fisicoquímicas fueron: pH: 4,40, acidez titulable 0,61 % de ácido láctico, densidad 1,051 g/cc, sinéresis 39,62 y viscosidad 998,63 cp. Presenta una actividad antioxidante de 420,56 mMol ET y polifenoles totales de 951,36 mg Equiv. Ácido Gálico por 100 gramos de yogur. **Conclusiones:** Con la inclusión de 55,67 gr de puré de mashua púrpura y 19,62 g de stevia por litro de yogur natural se elabora un producto aceptable y de similar color al yogur comercial de mora. Además, el producto mejora sus propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante.

**Palabras claves:** compuestos fenólicos, stevia, yogurt, capacidad antioxidante

#### Abstract

**Objective:** To determine the physicochemical characteristics and antioxidant potential of yogurt optimized with *Tropaeolum tuberosum* (“purple mashua”). **Methodology:** Natural yogurt was prepared and mashua puree was added in five different concentrations (16.67, 33.45, 50.04, 66.33 and 83.55 g per liter of yogurt); the optimum concentration was determined using the cut-off point graphical method. The physicochemical properties (pH, titratable acidity, density, syneresis and viscosity), the antioxidant potential by ABTS+ assay, the amount of total polyphenols by Folin-Ciocalteu colorimetric reaction were evaluated. **Results:** The concentration of optimized puree of mashua purpura added to plain yogurt was 55.67 g. Its physicochemical properties were as follows. Its physicochemical properties were: pH: 4.40, titratable acidity 0.61 % lactic acid, density 1.051 g/cc, syneresis 39.62 and viscosity 998.63 cp. It presents an antioxidant activity of 420.56 uMol ET and total polyphenols of 951.36 mg Gallic Acid Equiv. per 100 grams of yogurt. **Conclusions:** With the inclusion of 55.67 g of purple mashua puree and 19.62 g of stevia per liter of plain yogurt, an acceptable product is produced with a similar color to commercial blackberry yogurt. In addition, the product improves its physicochemical properties and antioxidant capacity.

**Keywords:** *Tropaeolum Tuberosum*, Purple Mashua, stevia, yogurt, antioxidant capacity.

<sup>1</sup>Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú, Av. Mercedes Indacochea N° 609, Huacho – Perú. Email: [segundoimperio1@hotmail.com](mailto:segundoimperio1@hotmail.com)

<sup>2</sup>Departamento Académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú. Email: [dmiranda@unjfsc.edu.pe](mailto:dmiranda@unjfsc.edu.pe); [frojasruiz@gmail.com](mailto:frojasruiz@gmail.com)

\*correspondencia al autor: [dmiranda@unjfsc.edu.pe](mailto:dmiranda@unjfsc.edu.pe)

## Introducción

Los consumidores están cada vez más preocupados por su salud, lo que ha llevado a una mayor demanda de compuestos naturales con propiedades antioxidantes y una reducción en el uso de aditivos sintéticos. Un alimento que se ajusta a estas preferencias es el yogur. Aunque en el mercado aún se ofrecen yogures elaborados con saborizantes y colorantes artificiales, estos ingredientes están siendo reemplazados por alternativas naturales como, frutas deshidratadas por osmosis, granos y semillas. Así mismo, se está reduciendo el contenido de azúcar para mejorar los beneficios a la salud. En este contexto, la mashua morada destaca por su alta capacidad antioxidante. Atribuida a su contenido de glucosinolatos y antocianinas (Díaz Maldonado, 2019; De la Rosa Reyna et al. 2022). Además, la mashua cuenta con propiedades antibióticas, insecticidas, nematocidas, anticancerígenas y diuréticas (Arteaga Cano et al. 2022).

En el estudio de Inostroza et al. (2015), se identificó el potencial antioxidante del extracto de mashua y sus polifenoles totales (PT). Las muestras de mashua analizadas contenían  $314,12 \pm 1,23$  mg de ácido gálico por 100g de peso fresco (PF). La capacidad antioxidante, medida en equivalentes de trolox mediante el método de ABTS fue de  $17,0 \pm 0,2$   $\mu\text{mol/g}$  PF. Se determinó que la pigmentación de la mashua presenta un notable potencial antioxidante, lo que la convierte en una alternativa viable como colorante alimentario.

Arango Reyes & Parra Huertas (2017) buscaron diversificar el uso de las partes comestibles de *Tropaeolum tuberosum*, elaborando yogur con concentraciones de mashua del 3,7 y 10%. Evaluaron parámetros como pH, acidez titulable, sinéresis y viscosidad, obteniendo una acidez titulable de 0.94%, 1.26% y 1.35% de ácido láctico, respectivamente. El pH osciló entre 4.7 y 4.3, mientras que la sinéresis alcanzó un valor del 51%. Además, se observó un aumento en la cantidad de proteínas a medida que se incrementa la concentración de mashua. Los tres yogures presentaron características pseudo plásticas típicas de este tipo de producto. Concluyendo que es viable elaborar yogur con mashua.

Santos Torres & Ventura Payano (2020) también determinaron el potencial antioxidante y la cantidad de polifenoles del yogur con la

incorporación de antocianinas de frambuesa silvestre. Elaboraron el yogur natural y añadieron Antocianinas en una proporción de 6%. El potencial antioxidante medido mediante el método de DPPH fue de  $17,22 \pm 0,45$   $\mu\text{mol}$  de equivalentes de trolox por ml, mientras que el contenido de polifenoles alcanzó  $21,96 \pm 0,22$  mg AGE/100 ml respectivamente. Esto demuestra que el yogur de frambuesa es un alimento funcional. El objetivo de este estudio fue desarrollar un yogur fortificado con mashua púrpura y analizar su capacidad antioxidante y propiedades físico químicas.

## Metodología

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ingeniería de Procesos y Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión de la ciudad de Huacho, Región Lima, Perú.

### Materia prima e insumos

Se utilizaron: tubérculos de mashua, leche fresca de vaca, leche en polvo, cultivo de microorganismos de uso directo (CHR HANSEN) y estevia. Todos estos insumos fueron adquiridos en el mercado de la ciudad de Huacho.

### Obtención del puré de Mashua

Después de seleccionar la mashua, se lavó y se escurrió. Luego se calentó a una temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos, utilizando una proporción de 1:1 entre agua y mashua (Volumen en litros/peso en kilogramos). A continuación, se retiró el agua y se procedió a licuar. El pure obtenido se tamizó a través de una malla de 0,8 mm y se envasó en frascos de vidrio, que se almacenaron en refrigeración a  $5^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior utilización.

### Elaboración del yogurt

**Mezclado:** Se adiciona leche en polvo a la leche fresca entera de vaca (1.5 a 3%), luego la mezcla se homogeneizó mediante agitación.

**Filtrado:** Se utilizó una tela filtrante para retirar las impurezas que puedan existir.

**Tratamiento térmico:** La leche fresca se pasteurizó a  $90^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos.

**Enfriamiento:** La leche se enfrió hasta que alcance una temperatura entre  $42$  y  $45^{\circ}\text{C}$ , luego se

realizó la inoculación del cultivo láctico.

*Inoculación del cultivo:* Se incorporó el cultivo (CHR HANSEN) en un 2% en peso, y se agitó por un minuto para homogeneizar la mezcla.

*Incubación:* La mezcla se mantuvo a una temperatura entre 40 a 45 °C, por un lapso de 4 a 6 horas.

*Enfriamiento:* El producto se enfrió a 5°C en una refrigeradora por un periodo de 8 horas.

*Batido:* Con un agitador manual se rompió el coágulo y se añadió el puré de Mashua y estevia

*Envasado:* Se utilizó contenedores de plástico de capacidad entre 500 y 1000 ml, los contenedores previamente fueron esterilizados.

*Almacenado:* el producto se almacenó a temperatura de  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  en la refrigeradora.

### Evaluaciones experimentales

#### a) Cuantificación del puré de mashua

Se realizó mediante una evaluación colorimétrica frente a yogures industrializados de distintos sabores (mora, sauco y fresa). Para esta comparación se elaboraron cinco preparaciones distintas de yogur con puré de mashua (T1 a T5), la cantidad de puré de mashua se incrementó en cada tratamiento, las cantidades adicionadas fueron 16,67; 33,45; 50,04; 66,33 y 83,55 g de puré mashua/Litro de yogurt natural. El color se determinó con el colorímetro CR-400 en el espacio CIEL\*a\*b\*, se consideró como blanco inicial al yogurt natural sin puré. Mediante el método gráfico de punto de corte entre distancia  $\Delta E$  vs Concentración se calculó la concentración óptima. La concentración óptima es cuando el  $\Delta E$  sea similar al color del yogurt comercial seleccionado como aceptable.

#### b) Medición del Color:

Se realizó para las muestras de puré de mashua, yogurt industrializado, yogurt con puré de mashua. Se empleó un colorímetro CR-400 (Konica Minolta Inc., Japón), las muestras se colocaron en un disco de vidrio óptico de 40 mm de diámetro para medir los parámetros de color CIEL\*a\*b\* según lo expuesto por Mathias-Rettig & Ah-Hen (2014) para lo cual se usó el software On Color QC (CyberChrome, Inc, USA).

### Evaluación del potencial antioxidante

#### a) Medición del Contenido Total de

### Polifenoles

Se utilizó el análisis Folin-Ciocalteu empleando una microplaca de 96 pocillos y lectora multimodal Synergy HTX Multi-Modal (Biotek, Rochester, VT, USA), los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul la cual se evidencia por medio del espectrofotómetro a 765 nm, los resultados son expresados en mg de Acido gálicos equivalente/ muestra (Rocha Martins et al. 2021).

#### b) Cuantificación de capacidad antioxidante

El potencial antioxidante se midió por el método del radical ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS), el cual establece la capacidad antioxidante equivalente al trolox (TEAC) (Jaster et al. 2018) indicaron que este método puede aplicarse al yogurt mediante un micrométodo. Para preparar la solución, se pesan 0.0192 g de ATBS y 0.0033 g de persulfato potásico, se disuelve en agua ultrapura y se incuba en la oscuridad durante 16 horas a T° ambiente en una fiola de 5 ml. La solución para trabajar se obtiene diluyendo ATS (7nM) en buffer fosfato (5 nM) o etanol hasta alcanzar una absorbancia de  $0,7 \pm 0,2$  a 734 nm. Para la medición, se coloca 10 uL de muestra diluida en buffer fosfato o en etanol, se mezcla con 200 uL de solución de trabajo ABTS y la absorbancia se lee a 734 nm. El potencial antioxidante se expresa como TEAC en  $\mu\text{M}$  Equivalente Trolox por gramo de puré de mashua o yogurt (Rodríguez Bonilla et al. 2017).

### Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del yogurt

#### a) Determinación del pH

Para la medición del pH se usó el potenciómetro digital (marca Hanna Sci). Primero se calibró la solución buffer a pH = 4,0 y pH = 0,7, posteriormente se colocó el electrodo directamente a la muestra para la determinación del pH.

#### b) Determinación de la acidez titulable

Se determinó mediante el método 16,023 (AOAC International, 2023), el cual se realiza con una titulación con NaOH 0,1N. Para la determinación de la acidez se pesó 9 g de muestra y se añadió agua destilada, luego se agitó vigorosamente y añadió tres gotas de fenolftaleína al 1% y se tituló con el Hidroxido de

Sodio hasta el cambio de color a rosado. La acidez se expresa como ácido láctico. (Vanegas Azuero & Felipe Gutiérrez, 2018) expresan la relación mediante la siguiente ecuación

$$\text{Acidez Titulable} = \% \text{ ácido láctico} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times 0.1 \times 0.09}{W}$$

#### a) Determinación de la densidad

Se utilizó un picnómetro a 20°C, se pesó el picnómetro vacío, con agua destilada y con yogur. La densidad se obtiene según la siguiente ecuación:

$$\rho_{\text{Muestra}} = \frac{\text{Peso (picnómetro + muestra)} - \text{Peso (picnómetro vacío)}}{\text{Peso (picnómetro + agua)} - \text{Peso (picnómetro vacío)}}$$

#### a) Determinación de la Capacidad de Retención de Agua (CRA).

La CRA, se logró adaptando la técnica sugerida por (Yadav et al. 2017) Se pesó dos g de yogur a 5°C en un microtubo de centrifuga eppendorf y se centrifugó por 10 minutos. El peso del sobrenadante se utilizó para calcular la sinéresis utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CRA} = \% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{Peso del sobrenadante}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

### Análisis de los datos

Los datos obtenidos se procesaron utilizando diversos programas como Microsoft Excel, Minitab V. 16 (versión trial) y también se empleó el Software del equipo lector de microplaca multimodal, GEN5. Los resultados se presentan en tablas y gráficos.

## Resultados y discusión

### Características de la Mashua fresca y cocida

En la Tabla 1, se muestran las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la mashua fresca y cocida.

**Tabla 1**

*Propiedades fisicoquímicas y funcionales de la Mashua púrpura fresca y cocida*

Propiedad	Fresca	Cosida
Ph	5,98 – 6,24	5,45-5,47
Acidez titulable	1,42 ± 0,07	1,31± 0,03
Humedales (%bbh)	88,79 ± 0,63	90,91±0,41
Polifenoles totales (mg Equiv. Acido gálico/g mashua)	3,05 ± 0,10	2,63±0,11
Capacidad antioxidante ABTS+(uMol Equiv. Trolox/g)	88,07 ± 1,12	84,55 ± 7,35

Se observa que el proceso de cocción afecta la capacidad antioxidante, las antocianinas totales y el contenido de polifenoles totales. Se evidencia una disminución del 20% de las antocianinas, un 14% de los fenoles totales, en un 4% la capacidad antioxidante. Inostroza et al. (2015) encontró en extracto crudo de mashua 3.14±0,012 (mg Equiv. Acido Gálico/g mashua) de polifenoles totales, valor similar al encontrado pero en antocianinas totales (1.92±0,012 mg/g mashua) y capacidad antioxidante (17±0,2 uMol Equiv. Trolox/g ) hubo diferencias , esto posiblemente a factores agronómicos y métodos de laboratorio empleados. Sin embargo el valor encontrado está dentro de lo reportado por Castañeta et al. (2024).

### Cuantificación de la cantidad de puré de Mashua incorporada al yogurt

En la tabla 2 se muestra la comparación colorimétrica para identificar la cantidad de puré de mashua que se debía adicionar al yogur natural.

**Tabla 2**

*Valores de color CIEL\*a\*b\* del yogur comercial (Fresa, sauco, mora) y yogur con puré de mashua*

Yogur	Indicadores de Color			Color RGB
	L*	a*	b*	
Fresa 1	69,29	18,69	3,94	
Fresa 2	69,12	16,04	2,89	
Fresa 3	67,64	16,76	1,64	
Sauco 1	68,27	8,82	2,74	
Sauco 2	68,60	9,47	2,84	
Mora 1	67,24	8,17	0,108	
Mora 2	68,78	8,37	-0,005	
Mashua T1	71,38	2,66	1,29	
Mashua T2	68,47	4,06	0,31	
Mashua T3	66,17	4,99	-0,43	
Mashua T4	64,32	5,20	-0,96	
Mashua T5	61,73	5,76	-1,63	

Se demuestra que el valor L\* (claridad o luminancia) son muy parecidos entre el yogur comercial y el yogur con puré de mashua. Los valores de a\* que indica el color rojo si a\* > 0 y hacia el verde si a\* < 0. Se observa que el yogur con puré de mashua es menor que el yogur comercial, sin embargo, se encuentran en la coloración roja. En los valores de b\* que mide el color amarillo si b\* > 0 y hacia el azul si b\* < 0, el yogur con puré de mashua demuestra una

tendencia negativa, por lo que, la coloración es azul y esto demuestra similitud con el yogurt comercial de mora. Por tal motivo se determinó que los valores de  $L^*$  y  $b^*$  fueron los parámetros que indican el color para comparar entre el yogurt comercial de mora y el yogurt con puré de mashua.

Se plotó la diferencia de color  $\Delta E^*$  con una regresión lineal, para determinar la cantidad óptima de puré de mashua que se tiene que incorporar, esto permitió calcular una concentración donde el  $\Delta E^*$  sea igual al del yogurt comercial, estos datos se muestran a continuación en la tabla 3.

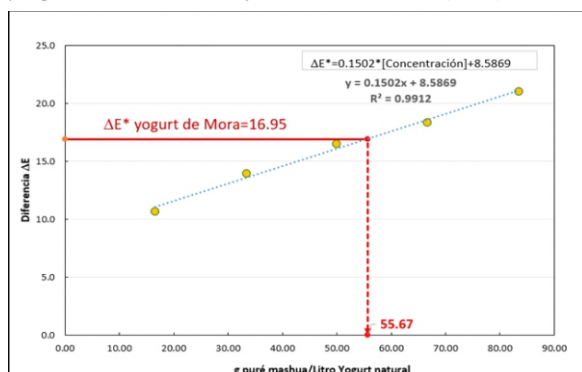
**Tabla 3**

*Diferencia de color  $\Delta E^*$  del yogurt de Mora y yogurt formulado con pure de Mashua*

Yogurt formulado con pure de Mashua	Concentración puré de Mashua (g puré/Litro yogurt)	Diferencia color $\Delta E^*$
Yogurt natural (blanco)	0	0
Yogurt desarrollado T1	16,67	10,67
Yogurt desarrollado T2	33,45	13,97
Yogurt desarrollado T3	50,04	16,52
Yogurt desarrollado T4	66,73	18,36
Yogurt desarrollado T5	83,55	21,02
Yogurt de mora	Concentración de mora en el yogurt es desconocido	16,95

**Figura 1**

*Regresion Lineal para determinar la Concentracion Optima de Pure mashua en el yogurt en base a la Diferencia de color(  $\Delta E$ )*



Según lo obtenido por la regresión lineal, la cantidad óptima de puré de mashua por litro de yogurt fue de 55,67 gr.

### *Propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante del yogurt*

Por cada litro de muestra preparada de yogurt se adicionó 55,67 g de puré de mashua y 19,62 g de stevia, que contrasta con yogurt natural, que no presenta ninguna adición ni de puré de mashua ni de stevia. Se evaluó; pH, Acidez titulable, densidad, Capacidad de Retención de agua (sinéresis). Se aprecia que el pH, la densidad, sinéresis aumentan al incorporar el puré de mashua y la estevia, sin embargo la acidez titulable disminuyó. (Arango Reyes & Parra Huertas, 2017) encontraron en yogurt de mashua un pH de 4.32 a 4.74, una acidez entre 0.94 y 1.35, sinéresis entre 48.57 y 51.42% valores un poco diferentes presumiblemente por las características de los insumos utilizados y la técnica para elaborar yogurt.

Yogurt (Base)	pH	Acidez titulable (% Ac. láctico)	Densidad (g/cc)	CRA (síntesis)	Viscosidad CPS
Control (natural)	4,37	0,67	1,042	33,13	701,11
Mashua - stevia	4,40	0,61	1,051	39,62	998,63

En la tabla 5 se presentan los resultados de la evaluación del contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante del yogurt natural frente al yogurt con puré de mashua y stevia (método ABTS+).

**Tabla 5**

*Capacidad antioxidante del yogurt natural frente al yogurt con mashua y stevia*

Muestra yogurt	Antocianinas Totales mg AT/100 g	Polifenoles Totales mg EAG/100 g	Capacidad antioxidante
			ABTS+ uMol /100g
Control (Natural)	---	501,04	337,35
Mashua-Stevia	0,77	951,36	420,56

Los resultados indican que en las antocianinas existe un aporte de 0,77 mg de cianidin -3-glucoside equivalentes por cada 100 g de yogurt. Se evidencia un aumento de polifenoles totales en el yogurt natural al aumentar el puré de mashua; lo mismo ocurre con la capacidad antioxidante.

Según los datos de la Tabla 5 el yogur natural presenta contenido de polifenoles (501,04 mg EAG/100 g yogur natural) y capacidad antioxidante (ABTS: 337,35 y ORAC: 359,96 uMol ET/100 g yogur natural), según (Tavakoli et al., 2019) durante la fermentación de la leche con el cultivo iniciado, se presentan cambios moleculares que originan diferentes compuestos como péptidos, aminoácidos libres y ácidos grasos de capacidad antioxidante, Senadeera et al. (2018) reportan que probablemente existan polifenoles en la leche producto de los piensos. Existe un aumento del contenido de polifenoles 89,8% (de 501,04 a 951,36 mg EAG/100 g) del yogur de puré de mashua y stevia frente al yogur natural, esto se da gracias a que la mashua es una excelente fuente de polifenoles. Según el método ABTS+ la capacidad antioxidante aumenta a 24,6% (de 337,35 a 420,56 uMol ET/100 g yogur), sin embargo, este incremento es leve si lo comparamos a lo reportado por (Liu & Lv, 2019), en su estudio con la adición de pulpa de flor de arándano, El-Said et al. (2014) en su estudio al adicionar cascara de granada, (Liu, 2017) al adicionar te prensado, y (Gaglio et al. 2018) al adicionar azafrán.

## Conclusión

La inclusión de 55,67 gr de puré de mashua púrpura y 19,62 g de stevia por litro de yogur natural permite la obtención de un producto aceptable y de similar color al yogur comercial de mora evidenciando un aumento de las propiedades fisicoquímicas del yogur con puré de mashua, sin embargo, la acidez titulable presentó una disminución en comparación con el yogur natural, presentando el yogur de puré de mashua contenidos de polifenoles y capacidad antioxidante mayores al yogur natural.

## Referencias

Alencastro Farfan, N. (2020). *Análisis comparativo de la concentración de aspartame (Edulcorante) de tres marcas de bebidas carbonatadas comercializadas en la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALENC%20ASTRO%20FARFAN%20NIKOLE%20DAYANNA.pdf>

Arango Reyes, M., & Parra Huertas, R. (2017). Efecto del concentrado de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) en las características fisicoquímicas y reológicas del yogur. *Conexión Agropecuaria JDC*. 46(1), 597-

6 0 7  
<https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/607/597>

Arteaga Cano, D., Chacón Calvo, L., Samamé Herrera, V., Valverde Cerna, D., & Paucar Menacho, L. (2022). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. *Agroindustrial Science*, 12(1), 95-101. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.12>

Avalos Gutierrez, C., Daza García, J., Delfín Álvarez, L., & Gamboa Zavaleta, J. (2022). Evaluación de la aceptación de yogurt de fresa, aplicando mapeo de preferencias. *Journal of neuroscience and public health*, 2 ( 2 ) , 2 2 5 - 2 3 4 . <https://doi.org/10.46363/jnph.v2i2.3>

Burrola Flores, A., García Saldaña, J., Campas Baypoli, O., Sánchez Machado, D., López Cervantes, J., & Blanco Rios, A. (2022). Validation of a micro-assay based on the pH differential method to quantify total monomeric anthocyanins in red cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata f rubra). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 3967-3976. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-022-01505-z>

Castañeta, G., Miranda Flores, D., Bascope, M., & Peñarrieta, J. (2024). Characterization of carotenoids, proximal analysis, phenolic compounds, anthocyanidins and antioxidant capacity of an underutilized tuber (*Tropaeolum tuberosum*) from Bolivia. *Discover Food*, 4 : 9 <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00078-8>

Díaz Maldonado, A. G. (2019). *Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada Tropaeolum tuberosum*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40392>

El-Said, M. M., Haggag, H. F., El-Din, H. M., Gad, A. S., & Farahat, A. M. (2014). Antioxidant activities and physical properties of stirred yoghurt fortified with pomegranate peel extracts. *Annals of Agricultural Sciences*, 59 ( 2 ) , 2 0 7 - 2 1 2 . <https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.11.007>

Gaglio, R., Gentile, C., Bonanno, A., Vintaloro, L., Perrone, A., Mazza, F., Settanni, L. & Grigoli, A. (2018). Effect of saffron addition on the microbiological, physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of

- yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2), 208-217. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12569>
- Inostroza, L., Castro, A., Hernández, E., Carhuapoma, M., Yuli, R., Collado, A., & Córdova, J. (2015). Actividad antioxidante de *Tropaeolum Tuberosum* Ruiz & Pavón (Mashua) y su aplicación como colorante para yogur. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83-89. <https://doi.org/10.15381/ci.v18i2.13615>
- Jaster, H., Demaman Arend, G., Rezzadori, K., Clasen Chaves, V., Henrique Reginatto, F., & Cunha Petrus, J. (2018). Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. *Food Research International*, 104, 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.006>
- La Rosa Reyna, X., Garcia León, I., Hernández Mendoza, J., Morales Baquera, J., & Quiroz Velásquez, J. (2022). Antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas. *Revista Boliviana de Química*, 39(5), 155-163. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.5.1>
- Latimer, George W. (2023). Official Methods of Analysis: 22<sup>nd</sup> Edition. AOAC International. 1 2 - 1 6 . <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/9780197610145.002.001>
- Liu, D. (2017). Effect of Fuzhuan brick-tea addition on the quality and antioxidant activity of skimmed set-type yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 71(S1), 22-33. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12395>
- Liu, D., & Lv, X. (2019). Effect of blueberry flower pulp on sensory, physicochemical properties, lactic acid bacteria, and antioxidant activity of set-type yogurt during refrigeration. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(1). <https://doi.org/10.1111/jfpp.13856>
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 39-48. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Rocha Martins, G., Ferreira Monteiro, A., Lopes do Amaral, F., & Da Silva, A. (2021). A validated Folin-Ciocalteu method for total phenolics quantification of condensed tannin-rich açai (*Euterpe oleracea* Mart.) seed extract. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 4693-4702. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-020-04959-5>
- Rodríguez Bonilla, P., Gandía Herrero, F., Matencio, A., García Carmona, F., & López Nicolás, J. (2017). Comparative Study of the Antioxidant Capacity of Four Stilbenes Using ORAC, ABTS+, and FRAP Techniques. *Food Analytical Methods*, 10, 2994-3000. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-017-0871-9>
- Santos Torres, R. & Ventura Payano, P. (2020). *Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del yogurt con adición de frambuesa silvestre (Rubus roseus Poir)*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú] [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6453/T010\\_70245575\\_T\\_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6453/T010_70245575_T_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Senadeera, S., Prasanna, P., Jayawardana, N., Gunasekara, D., Senadeera, P., & Chandrasekara, A. (2018). Antioxidant, physicochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yoghurt incorporated with various *Annona* species pulp. *Helvion*, 4(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00955>
- Tavakoli, M., Habibi, M., & Mohebbi, M. (2019). Effect of the milk fat content and starter culture selection on proteolysis and antioxidant activity of probiotic yogurt. *Helvion*, 5(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01204>
- Vanegas Azuero, A., & Gutiérrez, L. F. (2018). Physicochemical and sensory properties of yogurts containing sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and  $\beta$ -glucans from *Ganoderma lucidum*. *National Library of Medicine*, 1020-1033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13235>
- Yadav, K., Kumar, R., Mandal, S., Saha, P., & Mann, B. (2017). Evaluation of total phenol content and antioxidant properties of encapsulated grape seed extract in yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 96-104. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12464>