

# Antioxidant capacity and acceptability of milk ice cream with the addition of concentrated ayrampo pulp (*Berberis flexuosa*)

Cutti Betty, Ing.<sup>1</sup>, Chuquilín-Goicochea, Roberto, Dr.<sup>2</sup>, Miranda-Jara, Angélica, Mg.<sup>3</sup>, Arteaga-Llacza, Pedro, Mg.<sup>3</sup>, Quispe-Prado, Wilber, Dr.<sup>3</sup>, Quispe-Barrantes, Patricia, Mg.<sup>3</sup> y Miranda-Chávez, Helí, Dr.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, [bcutti19@gmail.com](mailto:bcutti19@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Perú, [roberto.chuquilin@upn.edu.pe](mailto:roberto.chuquilin@upn.edu.pe)

<sup>3</sup> Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, [amiranda@unfv.edu.pe](mailto:amiranda@unfv.edu.pe), [parteaga@unfv.edu.pe](mailto:parteaga@unfv.edu.pe), [wquispe@unfv.edu.pe](mailto:wquispe@unfv.edu.pe), [pquispe@unfv.edu.pe](mailto:pquispe@unfv.edu.pe)

<sup>4</sup> Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, [hmirandch@gmail.com](mailto:hmirandch@gmail.com)

*Abstract– The present study was aimed at evaluating the influence of concentrated ayrampo (*Berberis flexuosa*) juice in milk ice cream on its general acceptability and antioxidant capacity. The ayrampo juice was concentrated to improve its shelf life and to be able to incorporate it into the ice cream formulation, its antioxidant capacity was determined. Then, 10, 20 and 30% of concentrated juice was added in three proportions with respect to the weight of the ice cream. Acceptability was then assessed using a Randomized Complete Block Design with 60 untrained judges, with a 9-point hedonic scale. Then the ice cream with the highest acceptability was selected to analyze its antioxidant capacity. It was found that the greater the proportion of concentrated ayrampo juice, the greater the general acceptability of milk ice cream, with the proportion of 30% being the best. The antioxidant capacity of ice cream was higher than that of concentrated juice and was  $0,2362 \pm 0,014$  mmol Trolox/mL. It was possible to obtain an ice cream rich in natural antioxidants.*

*Keywords-- DPPH, Berberis, frozen dessert, radical scavenger, antioxidant.*

# Capacidad antioxidante y aceptabilidad del helado de leche con adición de pulpa concentrada de ayrampo (*Berberis flexuosa*)

Cutti Betty, Ing.<sup>1</sup>, Chuquilín-Goicochea, Roberto, Dr.<sup>2</sup>, Miranda-Jara, Angélica, Mg.<sup>3</sup>, Arteaga-Llacza, Pedro, Mg.<sup>3</sup>, Quispe-Prado, Wilber, Dr.<sup>3</sup>, Quispe-Barrantes, Patricia, Mg.<sup>3</sup> y Miranda-Chávez, Helí, Dr.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, [bcutti19@gmail.com](mailto:bcutti19@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Perú, [roberto.chuquilin@upn.edu.pe](mailto:roberto.chuquilin@upn.edu.pe)

<sup>3</sup> Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, [amiranda@unfv.edu.pe](mailto:amiranda@unfv.edu.pe), [parteaga@unfv.edu.pe](mailto:parteaga@unfv.edu.pe), [wquispe@unfv.edu.pe](mailto:wquispe@unfv.edu.pe), [pquispe@unfv.edu.pe](mailto:pquispe@unfv.edu.pe)

<sup>4</sup> Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, [hmirandch@gmail.com](mailto:hmirandch@gmail.com)

**Resumen**– El presente estudio se orientó a evaluar la influencia del jugo concentrado de ayrampo (*Berberis flexuosa*) en el helado de leche sobre su aceptabilidad general y capacidad de antioxidante. Se concentró el jugo de ayrampo para mejorar su vida útil y poderlo incorporar a la formulación de helado, se determinó su capacidad antioxidante. Luego se adicionó en tres proporciones 10, 20 y 30% de jugo concentrado con respecto al peso del helado. Luego se evaluó la aceptabilidad usando un Diseño de bloques completos al azar con 60 jueces no entrenados, con una escala hedónica de 9 puntos. Luego se seleccionó el helado con mayor aceptabilidad para que se analice su capacidad antioxidante. Se encontró que, a mayor proporción de jugo concentrado de ayrampo mayor es la aceptabilidad general del helado de leche, la proporción del 30% la mejor. La capacidad antioxidante del helado fue mayor que el jugo concentrado, y fue de  $0.2362 \pm 0.014$  mmol Trolox/mL. Se logró obtener un helado rico en antioxidantes naturales.

**Palabras clave**-- DPPH, *Berberis*, postre helado, barrido de radicales, antioxidante.

## I. INTRODUCCIÓN

El ayrampo (*Berberis flexuosa* R. & P.) es un arbusto espinoso silvestre que pertenece a la familia Berberidaceae, que crece entre 1 a 4 metros de altura. Se caracteriza por tener hojas obovadas, flores amarillas y sus frutos son bayas, que en su interior posee 2 semillas que ocupan el 50% de su volumen y el resto es mesocarpio y endocarpio carnoso, que posee abundante materia colorante negro azulado a rojo violáceo [1]. En Huancavelica, tradicionalmente, el ayrampo ha tenido diversas aplicaciones según la parte de la planta que se usa. La raíz y el tallo se usa en el teñido de lana de oveja [2] y el fruto se emplea en la elaboración de postres y bebidas durante fiestas tradicionales [3]. El fruto del ayrampo es rico en antocianinas, ácidos orgánicos, polifenoles, flavonoides, vitamina C, y un compuesto llamado berberina; sin embargo, como fruta de temporada no está disponible durante todo el año [4]. La investigación de su fruto y sus propiedades aún es incipiente, y aunque no se ha estudiado, los frutos de berberis poseen un compuesto denominado “Berberina” que tiene efectos benéficos para la salud como lo demuestran algunas publicaciones [5,6,7].

Las diversas partes de la planta de berberis se utilizan en la medicina tradicional debido a sus efectos promotores de la salud en la purificación de la sangre, el apetito, la reducción de la fiebre, la estimulación del sistema inmunológico, el tratamiento del hígado graso, el cáncer de estómago, los trastornos reumáticos y diversas enfermedades cardíacas [8].

Varios estudios en los últimos años mostraron el efecto protector de los antioxidantes de origen vegetal en los productos alimenticios, como por ejemplo en productos cárnicos [9,10], productos lácteos [11,12] y pastelería y panificación [13]. Los consumidores prefieren los antioxidantes naturales debido a la preocupación por posibles riesgos toxicológicos de los antioxidantes sintéticos [14].

Los principales componentes bioactivos de las plantas que se pueden aplicar en la industria alimentaria como antioxidantes naturales son los polifenoles (como antocianinas, taninos y flavonoles) y antimicrobianos naturales son los aceites esenciales (compuestos principalmente por terpenos) [15,16]. En este contexto, el ayrampo, fruta nativa de la región Huancavelica, es rico en compuestos bioactivos, tiene una alta actividad antioxidante y un gran potencial como alimento o ingrediente funcional.

En un estudio similar, se adicionó 1% y 5% de extracto de licopeno de piel de tomate, logró incrementar 36,31% y 95,04% la capacidad antioxidante del helado [12]. En otro trabajo, la sustitución parcial del azúcar granular por pulpa de dátil / azúcar líquido, mejoró el valor antioxidante de este postre lácteo sin ningún cambio en su color. Encontraron una gran cantidad de compuestos fenólicos y antocianinas en el helado que contenía pulpa de dátil [17].

Por esta razón se ha pensado en emplear la pulpa de ayrampo para transferir estas propiedades al helado de leche, mediante la concentración de la pulpa. La concentración como técnica de procesamiento ofrece una mayor disponibilidad de productos de frutas de temporada. Proporciona varias ventajas, incluido un costo de embalaje reducido, un transporte más fácil y una vida útil más larga [18]. A través de la incorporación de la pulpa concentrada de ayrampo, además de los beneficios funcionales se espera mejorar las características sensoriales del helado de leche.

El helado es un producto complejo que consta de grasas, sólidos lácteos, no grasas, edulcorantes, estabilizadores, emulsionantes, agua y sabores [19]. Helado de leche contiene mínimo un 2,5 % de materia grasa y mínimo 27,0 % de sólidos totales [20].

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la aceptabilidad y capacidad antioxidante del helado de leche elaborado con ayrampo.

## II. METODOLOGÍA

### A. *Materia prima e insumos*

En el presente trabajo de investigación se obtuvo una muestra de 10 kg de frutos de ayrampo (*Berberis flexuosa*) cosechada de la provincia de Acobamba – Región Huancavelica (-12,8408 N, 74,5706 E). La leche fresca de vaca (3% de grasa) se obtuvo de un establo local. En el mercado local se adquirió crema de leche, huevos y azúcar.

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

La (+) - catequina, el reactivo de Folin-Ciocalteu, 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), el ácido clorhídrico, carbonato de sodio y nitrito de sodio se obtuvieron de Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO). El cloruro de aluminio, el hidróxido de sodio y el etanol se adquirieron en Fisher Scientific (Pittsburgh, PA). El ácido gálico se adquirió de ICN Biomedical Inc. (Costa Mesa, CA). Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico. Los equipos fueron un espectrofotómetro Shimadzu UV-visible, modelo UV 160 U (Kyoto, Japón), un equipo ultrasonido Branson 1800 y una centrifuga Thermo Scientific CL10.

### C. *Identificación taxonómica del ayrampo*

La identificación taxonómica se llevó a cabo en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y estuvo a cargo del M. Hamilton Beltrán Santiago, quien identificó el ayrampo según el Sistema de Clasificación [21].

### D. *Determinación de compuestos bioactivos en la pulpa*

**Extracción:** Se pesaron 0,5 gramos de pulpa de ayrampo liofilizada con el solvente etanol al 50% (1:1 v/v) 0,01% de la mezcla con HCl al 37%. Se colocó la mezcla en un tubo de centrifugación (falcon) y se sometió a 80 °C y 30 min de sonicación. Luego se centrifugó la muestra a 5000 rpm por 10 min. Se retiró el sobrenadante y el precipitado se volvió a diluir a 10 mL con el solvente anteriormente usado. Se recomienda extraer las veces que sean necesarias hasta agotar el color de la muestra, observando el solvente hasta que salga lo más claro. En este caso, el ayrampo tuvo hasta 4 extracciones [22]. Se reservó el extracto para los análisis de compuestos bioactivos.

**Antocianinas totales:** Se realizó la determinación del contenido de antocianinas totales por el método pH

diferencial, para ello se utilizó el método descrito por Wrolstad [23], cuyo fundamento es que las antocianinas desarrollan transformaciones estructurales reversibles con el cambio del pH manifestado por el espectro a diferentes absorbancias. La forma del oxonio coloreado predomina a pH 1,0 y la forma hemiacetal incolora a pH 4,5. El extracto se diluyó 1/50 con soluciones buffer, de pH 4,5 y 1,0 por separado (aunque la dilución dependió de la lectura de absorbancia de 0,7 ni menos de 0). Luego se tomó la muestra con pH 4,5 y se midió la absorbancia a 510 nm y luego a 700 nm. De igual forma, se tomó la muestra con pH 1,0 y se midió la absorbancia a 510 nm y luego a 700 nm. Las mediciones fueron por triplicado.

Con estas lecturas se calculó la absorbancia (A) con (1):

$$A = (A_{510\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{(pH=1)} - (A_{510\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{(pH=4,5)} \quad (1)$$

Una vez calculada la absorbancia (A), se calculó la cantidad de antocianina monomérica total (mg/L) con (2):

$$\text{Antocianinas totales (mg EC3G/L)} = (A * MW * DF * 1000) / (\epsilon * 1) \quad (2)$$

Dónde: MW = 449,2,  $\epsilon$  = 26900, DF = factor de dilución (50 para este caso), A = Absorbancia de la muestra calculada. Si la muestra es desconocida, se calcula en equivalente de cianidina – 3 – glucósido (EC3G), con los datos anteriormente dados. Este resultado se extrapola a la pulpa mediante balance de masa y las diluciones usadas.

**Polifenoles totales:** Se determinó en términos equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de pulpa usando el método descrito por Waterhouse [24] con reactivo de Folin-Ciocalteu midiendo la absorbancia a 765 nm, utilizando celdas desechables de 1 cm. El extracto se diluyó, 1/100 con el solvente de extracción puesto que, tenía un color muy intenso. El reactivo Folin puro se diluyó 1/10. El carbonato de sodio se prepara al 7,5% (p/v). El bañomaría se recomienda tenerlo previamente preparado a 45 °C, antes de iniciar las mezclas de reactivos. Una muestra de 0,5 mL de extracto se mezcla con 2,5 mL de reactivo de Folin diluido y se deja reposar 5 min. Luego se adiciona a la mezcla anterior 2 mL de solución de Carbonato de sodio 7,5%. Para el blanco de la muestra, se debe hacer lo mismo, pero con 0,5 mL de solvente de extracción. Inmediatamente, los dos tubos con extracto y blanco se calientan a 45 °C por 15 min. La muestra con extracto antes de entrar a calentamiento tendrá un color verde claro, y al final de la incubación será celeste. Finalmente se mide la absorbancia a 765 nm. Las mediciones fueron por triplicado. La cantidad de polifenoles totales se calculó con (3):

$$\text{Polifenoles totales } (\mu\text{g EAG/g}) = (\bar{A} \cdot D_2) / (m \cdot D_1) \quad (3)$$

Dónde:  $\bar{A}$  = absorbancia promedio, D2 = segunda dilución de muestra (100 para la primera extracción). m = pendiente de la

curva de calibración (mL/μg) diseñada con el solvente usado. D1 = primera dilución de la pulpa de ayrampo liofilizada (0,05 g/mL en p/v). Este resultado se extrapola a la pulpa fresca, mediante balance de masa.

**Flavonoides totales:** El contenido de flavonoides totales se determinó utilizando un método colorimétrico descrito por Zhishen *et al.* [25]. Se mezclaron 0,25 ml de extracto con 1,25 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, seguido de la adición de 75 μl de una solución de NaNO<sub>2</sub> al 5 %. Después de 6 minutos, se agregaron 150 μL de una solución de AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O al 10 % y se dejó reposar durante otros 5 minutos antes de agregar 0,5 mL de NaOH 1 M. La mezcla se llevó a 2,5 mL con agua destilada y se mezcló bien. La absorbancia se midió inmediatamente frente al blanco a 510 nm. Los resultados se expresan como media (microgramos de equivalentes de catequina (EC) por gramo de pulpa de ayrampo). Las mediciones fueron por triplicado. Los flavonoides se calculan con (4).

$$\text{Flavonoides totales } (\mu\text{g EC/g}) = (\bar{A} \cdot D_2) / (m \cdot D_1) \quad (4)$$

#### D. Obtención de pulpa concentrada de ayrampo

Se seleccionó frutos sanos y frutos maduros. El lavado se realizó con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que puedan estar adherida en el fruto. La desinfección se realizó para poder eliminar todos los microorganismos presentes. Se usó una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) a 100 ppm. Las bayas se sometieron a extracción para poder obtener la cáscara, semilla y la pulpa. Una vez obtenida la pulpa se filtró para eliminar de las partículas grandes y refinar y homogenizar la pulpa. Se eliminó el agua de la pulpa filtrada mediante evaporación en marmita abierta en un tiempo de 75 °C por 30 min, hasta lograr 30 ± 2 °Brix. La pulpa enfriada se almacenó temperatura de refrigeración (8 ± 1°C).

#### E. Obtención del helado de leche

Por precaución antes de usar la leche se filtró para extraer las impurezas. Se pesó todos los ingredientes para realizar el balance de masa correspondiente. Primero se introdujo a la leche, el azúcar, luego la yema de huevo y crema de leche a una temperatura de 30° C con agitación máxima, luego al final se agregó la pulpa concentrada de ayrampo según la Tabla I. El tratamiento térmico se realizó en sistemas batch (tanques abiertos) a una temperatura de 75 ± 2 °C durante 25 minutos, para todos los tratamientos, luego se homogenizó. Se homogenizó el helado para evitar que la grasa se separe del agua. La mezcla de helados se mantuvo de 4 ± 1 °C en cubetas con tapa aisladas, cada cierto tiempo se efectuó una agitación lenta; el tiempo de permanencia a estas condiciones fue de 12 a 24 horas. Una vez alcanzado el grado de maduración óptima, se trasladó a la batidora - heladera con una temperatura de -5 ± 1 °C, con el objeto de incorporar del 90 al 100% de su volumen de aire. Se envasó en una cubeta limpia y

desinfectada. Después del envasado se almacenó en una temperatura de -16 ± 2°C.

TABLA I  
FORMULACIÓN DEL HELADO DE LECHE

Ingrediente	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30 %)
Azúcar (g)	400	400	400
Leche (g)	250	250	250
Crema (g)	500	500	500
Yema (g)	300	300	300
Pulpa (g)	145	290	435

#### F. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó usando una escala hedónica de 9 puntos (1: Me disgusta extremadamente, 9: Me gusta extremadamente) aplicada a un panel de 60 jueces no entrenados [26].

#### G. Capacidad antioxidante

La determinación de la capacidad antioxidante de la pulpa concentrada y del helado de leche se llevó a cabo con la capacidad captadora del radical DPPH• (1,1-Difenil-2-picrilhidrazilo) de acuerdo con el método Brand-Williams *et al.* [27] en el Laboratorio de Análisis Instrumental 02, de la Universidad Nacional de Huancavelica.

#### H. Análisis de datos

El análisis estadístico de los datos de evaluación sensorial inició con la prueba de normalidad y homocedasticidad para determinar si cumplen con los supuestos para ser tratados con estadística paramétrica [28]. Debido a que no cumplió con el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si al menos un tratamiento es diferente, cuando esta prueba fue significativa se procedió a identificar los pares diferentes con la prueba no paramétrica de comparación por pares de Mann – Whitney [28]. En cuanto a la capacidad antioxidante se evaluaron los datos con la prueba t-student para determinar si las muestras son diferentes [28].

### III. RESULTADOS

La identificación taxonómica de ayrampo según el análisis realizado se observa en la Tabla II. Berberis es un género relevante para varias culturas debido a su valor medicinal y alimentario [29]. Incluye casi 500 especies distribuidas en todo el mundo [30,31].

TABLA II  
IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL AYRAMPO

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Magnoliidae
Orden	Ranunculales
Familia	Berberidaceae
Género	Berberis
Especie	<i>Berberis flexuosa</i> Ruíz & Pavón

En las últimas décadas, los estudios sobre la composición química de sus especies se han centrado en la berberina y otros alcaloides, reportados principalmente en raíces y cortezas [30,31]. Existe un interés creciente en los frutos de *Berberis*, ya que son una rica fuente de compuestos fenólicos [32].

Según los resultados, de la Tabla III la pulpa de ayrampo es una fuente natural relevante de compuestos bioactivos con importantes capacidades antioxidantes. El contenido en antocianinas totales ( $4,58 \pm 0,02$ ) y en polifenoles totales ( $25,79 \pm 0,12$ ) fue mayor que en *Berberis microphylla* ( $3,90 \pm 0,14$  y  $5,66 \pm 0,21$ , respectivamente) [33].

TABLA III  
COMPUESTO BIOACTIVOS DE LA PULPA DE AYRAMPO

Compuesto	Valor
Antocianinas totales (equivalente cianidina-3-glucósido)	$4,58 \pm 0,02$ mg/g pulpa
Polifenoles totales (equivalente ácido gálico)	$25,79 \pm 0,12$ mg/g pulpa
Flavonoides totales (equivalente catequina)	$17,81 \pm 0,11$ mg/g pulpa

Los principales compuestos fenólicos en los frutos de las especies chilenas de *Berberis* son las antocianinas, principalmente delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y glucósidos de malvidina [34]. El contenido de flavonoides ( $17,81 \pm 0,11$ ) es mayor que en *Rubus glaucus* Benth ( $1,25 \pm 0,14$ ) y en *Vaccinium floribundum* Kunth ( $6,56 \pm 0,75$ ) [35].

La Tabla IV muestra la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis aplicada a los datos de aceptabilidad del helado de ayrampo. Previamente se realizó la prueba de Anderson – Darling, para descartar la normalidad, que fue significativa ( $p < 0,05$ ) siendo necesario analizar los datos con una prueba no paramétrica. Se observan tres puntos importantes, primero que la adición de pulpa concentrada de ayrampo tiene efecto significativo en la aceptabilidad del helado ( $p < 0,05$ ). Segundo que, el valor z indica que la mayor aceptabilidad la tuvo T3, seguido de T2 y finalmente de T1. Estas observaciones fueron corroboradas en la Fig. 1.

TABLA IV  
PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA ACEPTABILIDAD

Tratamiento	N	Mediana	z
1	60	6,00	-2,31
2	60	7,00	0,24
3	60	7,00	2,07

Parámetro H: 6,87, valor  $p = 0,032^*$   
\*Significativo a  $\alpha = 0,05$

El gráfico de cajas o Boxplot de la Fig. 1, muestra 3 cajas que representan el conjunto de datos para cada uno de los 3 tratamientos. Las cajas están divididas en dos partes por cuartiles Q1, Q2 y Q3, excepto en el T1. La línea inferior y superior corresponde al valor mínimo y máximo, respectivamente. El promedio de los datos es la "x" en el centro de cada caja, y muestra que la aceptabilidad es mayor

con el incremento de la proporción de pulpa concentrada de ayrampo. La Fig. 1 confirma que T3 (30% de pulpa concentrada) tiene la mejor aceptabilidad.

La aceptabilidad se encuentra relacionada con todas las características sensoriales del helado. La prueba no paramétrica de Mann-Whitney en la Tabla V, muestra diferencias significativas entre T1 y T3. En primera instancia cuando se adiciona pulpa concentrada de cualquier fruta el helado sufre un cambio en su viscosidad, y por ende la textura, Goff et al. [36] señala que, durante un enfriamiento suficiente en sistemas con inhibición cinética (como en este caso), es decir, el eutectoide aún no se ha formado, a pesar de caer por debajo de la temperatura eutéctica, la viscosidad de la solución restante se vuelve tan alta que esta solución se solidifica en un vidrio. La temperatura de transición vítrea para helado se encuentra entre  $-23$  y  $-45$  °C dependiendo de la composición.

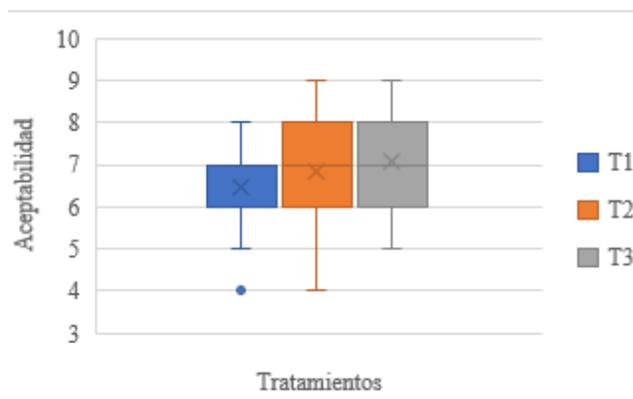


Fig. 1 Boxplot de la aceptabilidad de helado de ayrampo.

En segunda instancia, el color se incrementó con el incremento de la proporción de pulpa concentrada. El color del producto se correlaciona positivamente con la aceptación del consumidor y también es crucial en productos lácteos como helados [37], por lo tanto, T3 mostró un color más pronunciado, incrementando su aceptabilidad. Finalmente, en cuanto a sabor y aroma, el ayrampo posee un sabor ácido y un fuerte aroma, que al concentrarse se pronuncia fuertemente conservando su carácter suigéneris. Cuando se incorpora la pulpa concentrada de ayrampo al helado de leche, le otorga un sabor especial, esto se observó en otros trabajos donde se usó la pulpa de ayrampo como yogurt [38] y manjar blanco [39].

TABLA V  
PRUEBA DE MANN-WHITNEY PARA ACEPTABILIDAD

Tratamiento	Valor p
T1-T2	0,1417
T1-T3	0,0076*
T2-T3	0,3052

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

En la Tabla VI se puede observar que, la capacidad antioxidante de la pulpa concentrada fue de  $0,2214 \pm 0,022$  mmol Trolox/mL, la concentración de la pulpa siempre tiene un efecto negativo en la capacidad antioxidante [39,40]. Se

puede observar el aporte de la adición de pulpa concentrada a la capacidad antioxidante del helado de ayrampo con mayor aceptabilidad (T3), pues es significativamente mayor que la pulpa concentrada de ayrampo en 6,68%.

TABLA VI  
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PULPA CONCENTRADA Y HELADO

Producto	Capacidad antioxidante (mmol Trolox/mL)
Pulpa concentrada	0,2214 ± 0,022 <sup>a</sup>
Helado de leche	0,2362 ± 0,014 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Letras distintas indican diferencia estadística significativa.

Otros autores reportan similares resultados cuando adicionaron antioxidantes de frutos ricos en antocianinas como el ayrampo [42]. Vital et al. [43] usó el residuo de jugo de uva para incorporar al helado al 2,5%, 5,0% y 10,0% para obtener un producto con características funcionales. Los helados tenían una mayor concentración de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en comparación con las muestras de control.

El estudio que demuestra que con la adición de jugo concentrado de ayrampo se logra un helado natural rico en antioxidantes. Los frutos de *Berberis* poseen una mayor capacidad antioxidante que otras bayas silvestres [44]. La capacidad antioxidante se ha asociado con su alto contenido de antocianinas [34]. En adición, diferentes investigadores informaron que la leche y sus componentes tenían una actividad de eliminación de radicales y diferentes propiedades antioxidantes [45,46,47]. Se recomienda estudiar el efecto de su ingesta en la salud del consumidor, como un estudio similar al de Sanguigni et al. [48] quienes demostraron que el consumo de un helado rico en polifenoles, que contenía cacao en polvo oscuro y extractos de avellana y té verde, mejora de forma aguda la función vascular y el rendimiento físico en individuos sanos a través de una reducción del estrés oxidativo.

#### IV. CONCLUSIONES

En este estudio, se produjeron muestras de helado de leche con adición de pulpa concentrada de ayrampo y se observaron valores de aceptabilidad más elevados en la muestra con 30% de pulpa concentrada. Las muestras de helado de leche son aptas para ser consideradas como un alimento funcional, con niveles de capacidad antioxidante mejoradas. De este modo, se mejoró la capacidad antioxidante aprovechando que el ayrampo es una buena fuente de antioxidantes como antocianinas, polifenoles y flavonoides. Es recomendable evaluar el efecto positivo en la vida útil del helado, pues reduce el riesgo de oxidación de la grasa que contiene el helado, alterando sus características sensoriales.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Migel Escobar Layme por su autorización de uso de la identificación taxonómica del ayrampo, para lanzar a este berry andino al mundo a través de esta publicación

#### REFERENCIAS

- [1] J. M. Vásquez Guillén, "Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de *Berberis flexuosa* R. & P." tankar", Ayacucho 2018," 2018.
- [2] S. Soto Benito, "Evaluación del tiempo de ebullición en la intensidad de color y solidez a la luz del teñido de lana de Ovino (*Ovis aries*) con Ayrampo (*Berberis sp.*)," 2017.
- [3] A. M. Gonzales Ccanto, "Evaluación de las isoterms de adsorción y del almacenamiento de pulpa de ayrampo (*Berberis sp.*) en polvo," 2022.
- [4] J. Ccatamayo, "Aprovechamiento agroindustrial de ayrampo (*Berberis sp.*) en el procesamiento de una bebida funcional para la seguridad alimentaria," Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, 2010.
- [5] M. M. Alavijeh, G. Vaezi, M. Khaksari, and V. Hojati, "Berberine hydrochloride attenuates voluntary methamphetamine consumption and anxiety-like behaviors via modulation of oxytocin receptors in methamphetamine addicted rats," *Physiol Behav*, vol. 206, pp. 157–165, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.physbeh.2019.03.024.
- [6] W. E. Cheng, M. Ying Chang, J. Y. Wei, Y. J. Chen, M. C. Maa, and T. H. Leu, "Berberine reduces Toll-like receptor-mediated macrophage migration by suppression of Src enhancement," *Eur J Pharmacol*, vol. 757, pp. 1–10, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.ejphar.2015.03.013.
- [7] Y. Wang and S. Zhang, "Berberine suppresses growth and metastasis of endometrial cancer cells via miR-101/COX-2," *Biomedicine and Pharmacotherapy*, vol. 103, pp. 1287–1293, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.biopha.2018.04.161.
- [8] M. Sarraf, A. Beig Babaei, and S. Naji-Tabasi, "Investigating functional properties of barberry species: an overview," *J Sci Food Agric*, vol. 99, no. 12, pp. 5255–5269, 2019.
- [9] K. Alirezalu, M. Pateiro, M. Yaghoubi, A. Alirezalu, S. H. Peighambaroust, and J. M. Lorenzo, "Phytochemical constituents, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products. A comprehensive review," *Trends Food Sci Technol*, vol. 100, pp. 292–306, 2020.
- [10] S. S. Turgut, F. Işıkçı, and A. Soyer, "Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage," *Meat Sci*, vol. 129, pp. 111–119, 2017.
- [11] D. Kaur, A. A. Wani, D. P. Singh, and D. S. Sogi, "Shelf-life enhancement of butter, ice-cream, and mayonnaise by addition of lycopene," *Int J Food Prop*, vol. 14, no. 6, pp. 1217–1231, 2011.
- [12] E. M. Rizk, A. T. El-Kady, and A. R. El-Bialy, "Characterization of carotenoids (lyco-red) extracted from tomato peels and its uses as natural colorants and antioxidants of ice cream," *Annals of Agricultural Sciences*, vol. 59, no. 1, pp. 53–61, 2014.
- [13] E. R. B. Bellucci, J. M. Dos Santos, L. T. Carvalho, T. F. Borgonovi, J. M. Lorenzo, and A. C. da Silva-Barretto, "Açaí extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage," *Meat Sci*, vol. 184, p. 108667, 2022.
- [14] S. M. B. Hashemi et al., "Efficiency of Ohmic assisted hydrodistillation for the extraction of essential oil from oregano (*Origanum vulgare* subsp. *viride*) spices," *Innovative food science & emerging technologies*, vol. 41, pp. 172–178, 2017.
- [15] P. E. S. Munekata, G. Rocchetti, M. Pateiro, L. Lucini, R. Domínguez, and J. M. Lorenzo, "Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An overview," *Curr Opin Food Sci*, vol. 31, pp. 81–87, 2020.
- [16] P. E. S. Munekata, M. Pateiro, E. R. B. Bellucci, R. Domínguez, A. C. da Silva Barretto, and J. M. Lorenzo, "Strategies to increase the shelf life of meat and meat products with phenolic compounds," in *Advances in food and nutrition research*, vol. 98, Elsevier, 2021, pp. 171–205.
- [17] H. R. Gheisari; Heydari, and S. Basiri, "The effect of date versus sugar on sensory, physicochemical, and antioxidant properties of ice cream," 2020.
- [18] J. D. P. de Matos et al., "Incorporation of Powdered Jambolan and Acerola Pulp in Concentrated Yogurt: Physicochemical Characteristics, Texture, and Consumer Acceptability," *Journal of Culinary Science & Technology*, pp. 1–16, 2023.
- [19] H. D. Goff and R. W. Hartel, "The ice cream Industry," in *Ice cream*, Springer, 2013, pp. 1–17.

- [20] E. A. Villacís, “Helados aptos para diabéticos,” DISS, Escuela Politécnica Nacional, 2010.
- [21] A. Cronquist, “On the relationship between taxonomy and evolution,” *Taxon*, vol. 18, no. 2, pp. 177–187, 1969.
- [22] R. E. Wrolstad et al., *Handbook of food analytical chemistry: pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components*. John Wiley and Sons, Inc, 2005.
- [23] R. E. Wrolstad, “Anthocyanin Pigments-Bioactivity and Coloring Properties,” *J Food Sci*, vol. 69, no. 5, pp. C419–C425, May 2006, doi: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb10709.x.
- [24] A. L. Waterhouse, “Wine phenolics,” *Ann N Y Acad Sci*, vol. 957, no. 1, pp. 21–36, 2002.
- [25] J. Zhishen, T. Mengcheng, and W. Jianming, “The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals,” *Food Chem*, vol. 64, no. 4, pp. 555–559, 1999.
- [26] M. Ureña and M. Arrigo, *Evaluación sensorial de los alimentos*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 1999.
- [27] W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, and C. Berset, “Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25–30, Jan. 1995, doi: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
- [28] J. Antony, *Design of experiments for engineers and scientists*. Elsevier, 2023.
- [29] A. M. Abbasi, M. H. Shah, T. Li, X. Fu, X. Guo, and R. H. Liu, “Ethnomedicinal values, phenolic contents and antioxidant properties of wild culinary vegetables,” *J Ethnopharmacol*, vol. 162, pp. 333–345, 2015.
- [30] S. Srivastava, M. Srivastava, A. Misra, G. Pandey, and A. Rawat, “A review on biological and chemical diversity in Berberis (Berberidaceae),” *EXCLI J*, vol. 14, p. 247, 2015.
- [31] N. Mokhber-Dezfuli, S. Saeidnia, A. R. Gohari, and M. Kurepaz-Mahmoodabadi, “Phytochemistry and pharmacology of berberis species,” *Pharmacogn Rev*, vol. 8, no. 15, p. 8, 2014.
- [32] M. F. Chamorro et al., “Polyphenol composition and (bio) activity of Berberis species and wild strawberry from the Argentinean Patagonia,” *Molecules*, vol. 24, no. 18, p. 3331, 2019.
- [33] R. Sánchez and C. Guzmán, “Description of the antioxidant capacity of Calafate berries (*Berberis microphylla*) collected in southern Chile,” *Food Science and Technology*, vol. 41, pp. 864–869, 2020.
- [34] A. Ruiz et al., “Polyphenols and antioxidant activity of calafate (*Berberis microphylla*) fruits and other native berries from Southern Chile,” *J Agric Food Chem*, vol. 58, no. 10, pp. 6081–6089, 2010.
- [35] K. S. Alarcón-Barrera et al., “Wild Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth) and Andean blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth) from the Highlands of Ecuador: Nutritional composition and protective effect on human dermal fibroblasts against cytotoxic oxidative damage,” *J Berry Res*, vol. 8, no. 3, pp. 223–236, 2018.
- [36] H. D. Goff, K. B. Caldwell, D. W. Stanley, and T. J. Maurice, “The influence of polysaccharides on the glass transition in frozen sucrose solutions and ice cream,” *J Dairy Sci*, vol. 76, no. 5, pp. 1268–1277, 1993.
- [37] D. Sert, E. Mercan, and M. Kılınc, “Development of buffalo milk ice-cream by high pressure-homogenisation of mix: Physicochemical, textural and microstructural characterisation,” *LWT*, vol. 150, p. 112013, 2021.
- [38] T. M. Mayhua, “Evaluación del efecto de la adición de ayrampo (*Berberis sp.*) en las características organolépticas del yogurt funcional en Acobamba – Huancavelica,” DISS, Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. [Online]. Available: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2769>
- [39] E. V. Pacheco, “Evaluación de la adición de ayrampo (*Berberis sp.*) en las características organolépticas y nutritivas del manjar blanco,” Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. [Online]. Available: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/97>
- [40] A. García and J. Ruales, “Study the Effect of Pre-Treatment of Drying ‘Mortño’ (*Vaccinium floribundum* Kunth) with Reference to Drying Rate and Total Content of Soluble Polyphenols and Anthocyanins,” *Revista Politécnica*, vol. 40, no. 2, pp. 47–57, 2018, doi: 10.33333/rp.v40i2.625.
- [41] J. Martín-Gómez, M. Á. Varo, J. Mérida, and M. P. Serratosa, “Influence of drying processes on anthocyanin profiles, total phenolic compounds and antioxidant activities of blueberry (*Vaccinium corymbosum*),” *LWT*, vol. 120, p. 108931, Feb. 2020.
- [42] M. Escobar, “Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de ayrampo (*Berberis flexuosa* R.& P.) en sus características fisicoquímicas y capacidad antioxidante,” Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, 2017.
- [43] A. C. P. Vital, N. W. Santos, P. T. Matumoto-Pintro, M. R. da Silva Scapim, and G. S. Madrona, “Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants,” *Int J Dairy Technol*, vol. 71, no. 1, pp. 183–189, Feb. 2018, doi: 10.1111/1471-0307.12412.
- [44] J. E. Ramirez, R. Zambrano, B. Sepúlveda, E. J. Kennelly, and M. J. Simirgiotis, “Anthocyanins and antioxidant capacities of six Chilean berries by HPLC–HR-ESI-ToF-MS,” *Food Chem*, vol. 176, pp. 106–114, 2015.
- [45] J. Chen, H. Lindmark-Månsson, L. Gorton, and B. Åkesson, “Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods,” *Int Dairy J*, vol. 13, no. 12, pp. 927–935, 2003.
- [46] D. D. Kitts, “Antioxidant properties of casein-phosphopeptides,” *Trends Food Sci Technol*, vol. 16, no. 12, pp. 549–554, 2005.
- [47] H. Zhang, S. Nakamura, and D. D. Kitts, “Antioxidant Properties of Casein Phosphopeptides (CPP) and Maillard-Type Conjugated Products,” *Antioxidants*, vol. 9, no. 8, p. 648, 2020.
- [48] V. Sanguigni, M. Manco, R. Sorge, L. Gnessi, and D. Francomano, “Natural antioxidant ice cream acutely reduces oxidative stress and improves vascular function and physical performance in healthy individuals,” *Nutrition*, vol. 33, pp. 225–233, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.NUT.2016.07.008.