

Artículo original

Vida útil de helado en función de las antocianinas de los subproductos del berrie nativo liofilizado

Ice cream shelf life as a function of anthocyanins of freeze-dried native berry by-products

Veronica Zuta-Chamoli^{1*} , Efraín Manuelito Castro Alayo¹ , Diner Mori-Mestanza² , Hada María Guevara-Alvarado³ , Raul Benito Siche Jara⁴ 

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

²Instituto de Investigación, Innovación y Desarrollo para el Sector Agrario y Agroindustrial de la región Amazonas (IIDAA), Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

³Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

⁴Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

*Autor de correspondencia:
Veronica Zuta Chamoli, email:
veronica.zuta@untrm.edu.pe

Historial del artículo

Recibido: 01 de abril del 2023

Aceptado: 11 de mayo del 2023

Publicado: 30 de junio del 2023

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la vida útil del helado a base de subproductos de arándano nativo (*Vaccinium myrtillus*) liofilizado, este berrie fue obtenido de la localidad de Santo Tomás, provincia de Luya, departamento de Amazonas. Se realizó la formulación del helado con arándano, posteriormente se realizó una evaluación sensorial para determinar la concentración de subproducto más aceptable por el consumidor. Se formuló helado de arándano y un testigo para evaluar la vida útil en función de la evaluación fisicoquímica a una temperatura de -20°C. En el análisis estadístico pudimos observar un efecto positivo en el helado con subproductos de arándano que presentó un periodo de vida útil de 130 días, a comparación del testigo fue de 106 días.

Palabras clave: acidez, berrie, sensorial, funcional, vida útil.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the useful life of freeze-dried native blueberry (*Vaccinium myrtillus*) by-product ice cream. This berry was obtained from the town of Santo Tomás, province of Luya, department of Amazonas. The formulation of ice cream with blueberry was carried out, later a sensory evaluation was carried out to determine the most acceptable by-product concentration for the consumer. Blueberry ice cream and a control were formulated to evaluate the shelf life based on the physicochemical evaluation at a temperature of -20°C. In the statistical analysis we were able to observe a positive effect in the ice cream with blueberry by-products that had a shelf life of 130 days, compared to the control it was 106 days.

Keywords: acidity, berry, sensory, functional, useful life.

INTRODUCCIÓN

El helado es un producto alimenticio que presenta un estado sólido debido a la congelación, posee alto contenido de grasa, tiene propiedad de viscosidad en función del tiempo de batido y la distribución uniforme de la estructura interna de los componentes (Roy et al., 2022). La etapa de batido permite la incorporación de aire a la mezcla, generando propiedades de firmeza y sequedad (Abrate, 2017). Además, se debe agregar estabilizantes como el CMC (carboximetil celulosa), que es un ligante del agua, soluble en frío y caliente, agente lo que permite retrasar el índice del derretimiento y produce una textura más suave al ser consumido (Wong-Paz, 2017). En cuanto al arándano

no en el Perú, se ha incrementado su producción en 1.5% (MIDAGRI, 2022), la Cámara de Comercio de Lima (2020) indica que en el 2016 la exportación de arándanos creció un 63%. Los arándanos son frutos que confieren propiedades antioxidantes y son susceptibles a reacciones degradantes durante varias operaciones en la etapa de procesamiento (. El poder antioxidante de las antocianinas se debe a que generan una reacción con los radicales libres como los del grupo hidroxilo y el grupo superóxido, siendo los radicales libres un tipo de moléculas que se encuentran inestables debido a que les falta completar su electrón, razón por la cual empiezan a atacar a las proteínas, carbohidratos, grasas y ADN del cuerpo (Denardin et al., 2015). Este fenómeno origina un efecto oxidativo que deteriora a las

células, genera perjuicio en los tejidos, originándose algunas enfermedades en el cuerpo y reduciendo la calidad de vida de las personas.

Sin embargo, esta situación originada por los radicales libres se puede controlar, prevenir o incluso neutralizar, por una serie de sustancias denominadas antioxidantes (Cardona et al., 2004). Las antocianinas generalmente tienen una deficiencia de electrones en su estructura, es por eso que son muy reactivas en presencia de los radicales libres presentes en los tejidos, por lo tanto, pueden ser utilizados como fuente natural de antioxidantes, pues pueden arrebatar radicales libres en sistemas biológicos, además tienen la facultad de entregar o regalar hidrógenos (Wang & Xu, 2007) o electrones a los radicales libres o también enganchar y trasladar hacia su estructura aromática (Cardona et al., 2004). La actividad antioxidante que posee el arándano es de 28% (Pinedo, 2018), en este sentido Serrano & Valero (2016) mencionan que el arándano se debe consumir como fruto fresco seco, extractos o alimento procesado, ya que posee aproximadamente 5000 mg/kg de antocianinas que además le confieren el color azul (Camavilca & Leyva 2015); Para aprovechar las propiedades funcionales del arándano, el ser humano debe ingerir entre 50--60mg/día (Golovinskaia & Wang, 2021). Por esta razón se realizó esta investigación en la que se determinó la vida útil del helado a base de subproductos de arándano nativo (*Vaccinium myrtillus*) liofilizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El helado se formuló con los insumos correspondientes (leche entera, azúcar, jarabe de glucosa, manteca, CMC y subproducto de arándano liofilizado). Se realizó: el análisis de calidad de la leche, estandarizado, pasteurizado (65°C durante 30 minutos), se colocó la mezcla en refrigeración por 24 horas a 4°C. Posteriormente se incorporó el polvo de los berries. E inmediatamente después se colocó la mezcla en el recipiente de la máquina heladera para iniciar el proceso de batido a una temperatura de -45°C por un tiempo de 30 minutos. Posteriormente se procedió a envasar el helado y se colocó el producto en congelación a -20°C hasta la evaluación sensorial y los análisis posteriores.

En la figura 1 se aprecia el flujograma del proceso de elaboración del helado en base a subproducto de arándano liofilizado.

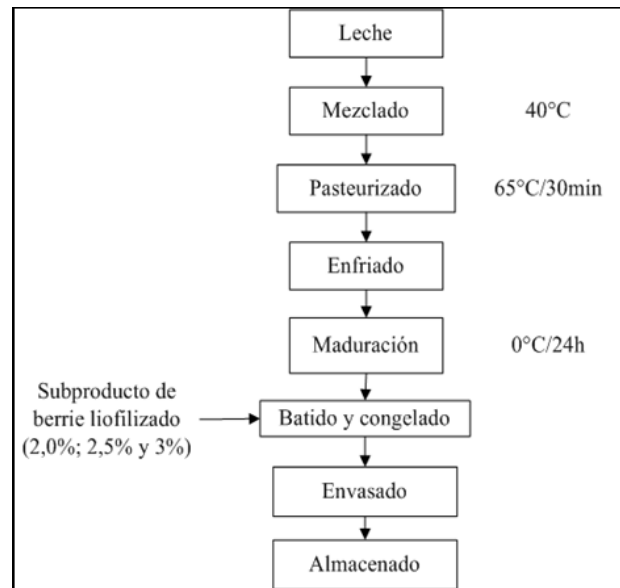


Figura 1. Flujograma de elaboración de helado.

2.1 Evaluación sensorial del helado: En esta etapa intervinieron 23 panelistas no entrenados, quienes realizaron su evaluación mediante la metodología de pruebas afectivas a través de la medición del grado de satisfacción. Se utilizó una ficha con una graduación hedónica de nueve puntos 1) Me disgusta extremadamente, 2) Me disgusta mucho, 3) Me disgusta moderadamente, 4) Me disgusta levemente, 5) Ni me gusta ni me disgusta, 6) Me gusta levemente, 7) Me gusta moderadamente, 8) Me gusta mucho y 9) Me gusta extremadamente; con los cuales se midió los atributos de apariencia, aroma, sabor y consistencia tal como lo menciona Hough & Fiszman (2005) y Espinosa (2007).

2.2 Análisis fisicoquímico del helado: El pH del helado se evaluó utilizando un pHmetro (Hanna, Estados Unidos) previamente calibrado con tampones estándar de pH 4 y pH 7. La acidez titulable se analizó según AOAC (2005). Para el análisis, se mezclaron 10 g de cada muestra de helado con 75 mL de agua destilada y se tituló con NaOH 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como % de ácido láctico.

Seguidamente, se preparó extractos para poder realizar los análisis fisicoquímicos y funcionales de las muestras de helado: Se pesó 1g del helado con subproductos de berrie (HCB) y helado sin subproductos de berrie (HSB). Se agregaron 10 mL de ácido clorhídrico en una concentración de 4N (Campestrini et al., 2019; de Campo et al., 2019a), luego se agitó durante 2 min con un vortex a temperatura ambiente, para dejar en reposo por 30 minutos en un ambiente oscuro y por 30 minutos a 5000 rpm. El sobrenadante se recogió en tubos de vidrio con tapa rosca y fueron

protegidos con papel aluminio. Posteriormente se dejó en refrigeración a 4°C hasta el momento del análisis.

2.3 Análisis de los compuestos funcionales:

- Determinación de antocianinas del helado: Se determinó utilizando el modelo propuesto por Serrano & Valero (2016). Los extractos de subproductos se diluyeron en una solución buffer a pH 1 y tampón de acetato de sodio a 4,5 de pH. Las mezclas se incubaron durante 20 min en la oscuridad y se realizaron lecturas de absorbancia a 520 y 700 nm frente al tampón y la solución ácida como blancos. Las lecturas se convirtieron a mg totales de malvidina 3-glucósido (peso molecular 494 g/mol; absortividad molar 36,400) y los resultados se expresaron como mg de equivalente de malvidina por g de helado (TMA), utilizando la siguiente ecuación:

$$TMA = \frac{(AxMWxDFx1000)}{Ex1}$$

Donde:

TMA: Contenido total de pigmento de antocianina monomérica,

A: Diferencial de absorbancia $[(A_{520} - A_{700})_{pH1} - (A_{520} - A_{700})_{pH4.5}]$

MW: Peso molecular de malvidina 3-glucósido (494 g/mol),

DF: Factor de dilución, 1000 se usa para convertir g a mg,

E: Coeficiente de absortividad molar de malvidina 3-glucósido (36,400) y

1: Camino óptico en cm.

- Determinación de compuestos fenólicos: Se realizó según el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, el cual es descrito por Al-Duais et al. (2009) con algunas modificaciones. En este sentido, en cada tubo de ensayo se pipetearon 50 μ l de los extractos de HCB y HSB, se colocó 2,5 mL de Folin-Ciocalteu a una concentración del 10% en agua ultra pura. Posteriormente, se colocó 2 mL de solución acuosa de carbonato de sodio al 7,5%. Luego se midió la absorbancia a 750 nm en un espectrofotómetro UNICO, S-2100uv+E, México. El contenido fenólico total se estimó a partir de una curva estándar de ácido gálico ($y = 0.045x + 0.0375$, $R^2 = 0.9948$) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/mL de helado.

- Determinación de actividad antioxidante: Para el método ABTS (2, ácido 2'-Azino-Bis-3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic) el procedimiento siguió el método de Shen et al. (2014) con modificaciones; el catión radical ABTS (ABTS+) se origina por la reacción de 5 mL de solución acuosa de

ABTS (7 mM) con 88 μ l de 140 Mm (a una concentración de 2,45 mM) con persulfato potásico. Este compuesto se guardó en un ambiente oscuro por 16 h, inmediatamente se adicionó etanol una cantidad adecuada para poder obtener una lectura de absorbancia comprendida entre $0,7 \pm 0,05$ unidades a 734 nm utilizando un espectrofotómetro. Se agregó 30 μ l de extractos de HCB y HSB y se mezcló con 3 mL de ABTS preparado anteriormente, se dejó reposar 6 minutos en oscuridad y se hizo la lectura a 734 nm en el espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en micromoles de equivalentes de Trolox (μ MTE/mL de helado).

Para el método del DPPH se siguió el procedimiento De Souza et al. (2014), el cual consiste adicionar etanol al reactivo DPPH para diluir y obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,02$ unidades a 517 nm. Para 100 μ l de extractos de YCB y YSB, se colocaron 3.9 mL del radical DPPH en solución y se colocó en un ambiente oscuro por un periodo de 30 minutos; posteriormente en un espectrofotómetro se realizó la lectura a 517 nm. Los resultados estuvieron indicados como micromol equivalente de trolox (μ MTE/g de muestra). Para ambos casos se estimó a partir de una curva estándar Trolox ($y = -0.0003x + 0.7605$, $R^2 = 0.9801$) y los resultados se expresaron como μ MTE/mL de helado. Para la formación de la curva de calibración se hizo con una solución estándar Trolox (2000 μ M) adaptado de Rufino et al. (2007).

2.4 Estudio de la vida útil del helado: Para estimar la vida útil se evaluó el HSB comparado con HCB por un periodo de 80 días, con una temperatura de almacenamiento de -20°C, se realizó la evaluación mediante el análisis de la vida útil en tiempo real tal como lo menciona (de Campo et al., 2019a). Teniendo en cuenta la degradación de las antocianinas y los valores de pH del producto.

2.5 Análisis estadístico: Para procesar los resultados obtenidos de los análisis de helado se realizó un análisis de varianza (ANVA), comparaciones Tukey para la acidez y pH, se utilizó los softwares SPSS y R-Studio mediante el método de análisis de componentes principales (ACP), utilizando la librería Factormyner y factoextra, además para los resultados gráficos se utilizó PCA-Biplot.

RESULTADOS

Los panelistas prefirieron la muestra de helado con subproductos de arándano a una concentración de 3%. En la figura 2 se observa el incremento de la acidez y la disminución del pH del HCB y HSB en 80 días de evaluación, este comportamiento es normal al evaluar la vida útil de un derivado lácteo.

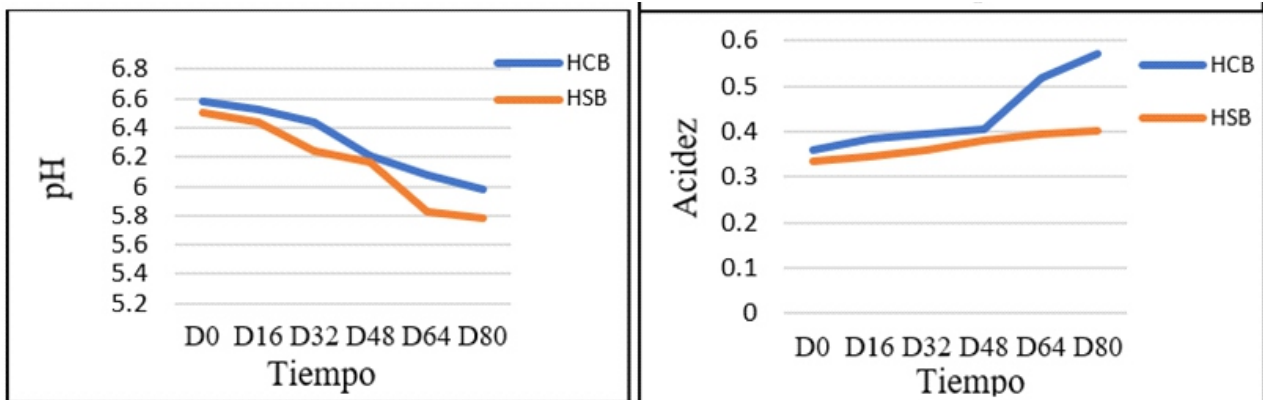


Figura 2. Acidez y pH del HSB y HCB en 80 días. HCB: Helado con subproductos de Berrie (arándano) y HSB: Helado sin subproductos de Berrie (arándano).

Por otro lado, en la figura 3, se observa que los HCB muestran una disminución desde el día 0 hasta el día 16, se incrementa posteriormente hasta el día 48, luego la Concentración empieza a descender hasta el día 80.

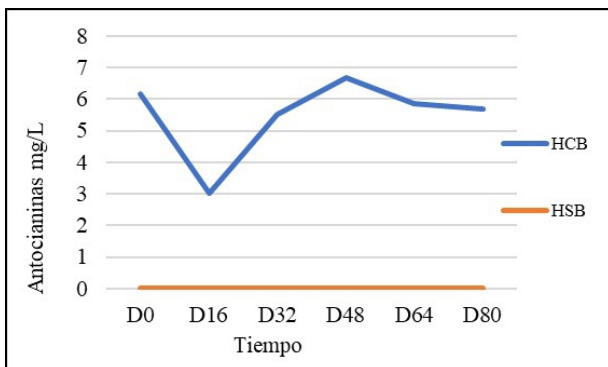


Figura 3. Antocianinas en HCB Y HSB en 80 días. HCB: Helado con subproductos de Berrie (arándano) y HSB: Helado sin subproductos de Berrie (arándano).

A continuación, en la tabla 1 se observa el comportamiento de los compuestos funcionales como son: Los polifenoles totales, la capacidad antioxidante del HCB y HSB en los 80 días evaluados, la capacidad antioxidante mostró un incremento y los valores de polifenoles se fueron disminuyendo.

El HCB presentó valores superiores a los reportados por el HSB; además se observó que en el HSB los valores de polifenoles se mantuvieron casi constantes.

Tabla 1. Análisis de compuestos funcionales (DPPH, ABTS y polifenoles)

Factor	Tiempo	DPPH (μ MTE)	ABTS (μ MTE)	Polifenol (mg AGE/L)
HCB	D0	433 ± 17.11	731 ± 63.63	1.6 ± 1.3
HCB	D16	417 ± 48.57	877 ± 25.02	0.8 ± 0.11
HCB	D32	401 ± 21.17	544 ± 22.69	0.7 ± 0.11
HCB	D48	481 ± 22.19	875 ± 58.12	0.9 ± 0.25
HCB	D64	384 ± 36.87	884 ± 48.23	0.9 ± 0.11
HCB	D80	453 ± 13.47	914 ± 48.23	0.8 ± 0.03
HSB	D0	27 ± 10.72	458 ± 12.02	0.6 ± 0.12
HSB	D16	38 ± 10.18	492 ± 15.03	0.4 ± 0.06
HSB	D32	16 ± 10.18	503 ± 15.03	0.4 ± 0.06
HSB	D48	31 ± 10.72	542 ± 11.55	0.4 ± 0.08
HSB	D64	62 ± 14.53	586 ± 53.89	0.4 ± 0.09
HSB	D80	85 ± 8.819	632 ± 29.06	0.4 ± 0.12

Determinación de vida útil del helado: Según Hough & Fiszman (2005), el valor crítico de pH va desde 5,5 hasta 7,0 tomado como un factor de calidad, en la figura 4 se observa las ecuaciones que resultaron del análisis de pH de ambos productos.

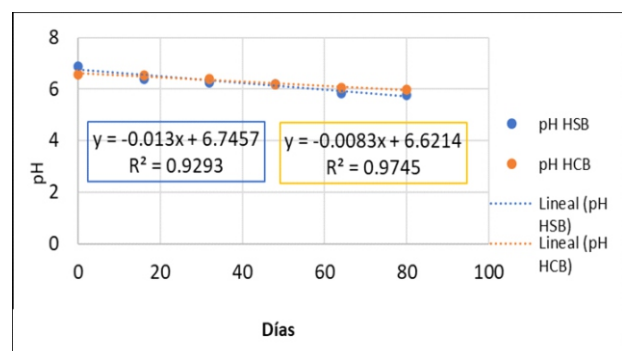


Figura 4. Evaluación de pH en el HSB y HCB en 80 días. HCB: Helado con subproductos de Berrie (arándano) y HSB: Helado sin subproductos de Berrie (arándano).

En la tabla 2 se presenta la evaluación de la vida útil según el pH del HSB y HCB, para el caso del HSB la vida útil será de 106 días y del HCB la vida útil será de 130 días.

Tabla 2. Vida útil según el pH del HSB y HCB.

Datos	pH-HSB	pH-HCB
n(0)	0.9293	0.9745
Acrit	5.5	5.5
A(o)	6.88	6.58
K(días)	-0.013	-0.0083
VU (días)	106.1538	130.12

La tabla 3 muestra el valor obtenido de 1.94 TMA de antocianinas proyectadas hacia el día 130 que es el tiempo de vida útil del helado. Valor encontrado mediante la ecuación obtenida de la evaluación de antocianinas: $Y=5.9592x-2.6289$ y un $R^2=1$

Tabla 3. Valor crítico de antocianinas en 130 días.

Datos	HCB
n(0)	1
Acrit	1.94
A(o)	1.89
K(días)	5.9592
VU (días)	130

En la figura 5 se observa la separación de dos grupos lo cual indica que los valores obtenidos en los dos casos presentan diferencias estadísticas significativas, en el eje derecho se agruparon los valores obtenidos del análisis del HCB es una zona que presenta mayor área. Para este análisis se utilizó Library ("FactoMineR"); library ("factoextra").

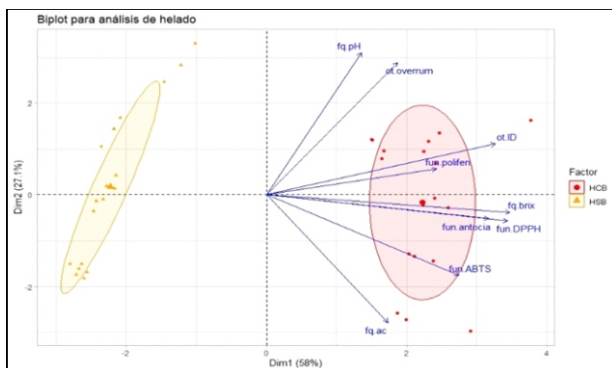


Figura 5. Análisis de componentes principales para el helado (PCA). HCB: Helado con subproductos de berry (arándano) y HSB: Helado sin subproductos de berry (arándano).

DISCUSIÓN

4.1 Evaluación sensorial del helado: Los panelistas manifestaron que prefieren el HCB con una concentración de 3% de subproductos, comparado con los resultados de —Pandey (2021), donde la evaluación sensorial de helado con zanahoria, reporta que en una concentración de 7,5 % fue aceptada por el consumidor debido a la apariencia y color; Por otro lado, Pinto et al. (2009) utilizaron jengibre para elaborar helado reportando una concentración óptima de 4%. Manoharan et al. (2012) agregaron curcumina en polvo al helado como colorante natural, reportando que 0,5 % era el mejor nivel. En este estudio, la adición de una mayor concentración del arándano, convierte al helado más atractivo para el consumidor debido al color y sabor que desprenden los subproductos.

4.2 Análisis fisicoquímico del helado: En la figura 2 se puede observar la disminución de pH para el HCB de 6,6 hasta 6,0 en los 80 días de evaluación en cambio para el HSB los valores reportados van desde 6,5 hasta 5,8. En referencia a estos resultados, Torres (1995) reportó un rango de pH de 6,8 hasta 6,7 del helado elaborado con frutas nativas de Loja Ecuador Abrate (2017) elaboró un helado que presentó un valor pH de 7, siendo el rango normal de pH de 7 a 6 según lo indica —Pandey et al. (2021). En ese sentido el producto derivado de este estudio se encuentra dentro de los rangos de este parámetro de calidad. El almacenamiento de un producto lácteo genera la disminución de pH y el aumento de la acidez tal como lo confirmó Manriquez et al. (2016).

4.3 Análisis de compuestos funcionales

- Determinación de antocianinas del helado: En la figura 3, se observa que el valor de antocianina encontrado en el HCB entre 1,9 a 2,1 mg/L. En ese sentido Haghani et al. (2021) evaluaron helado con cáscara de cerezas trituradas en concentración de 3, 6 y 9% con un tratamiento testigo de 0%, se almacenaron 120 días a -18°C , no reportaron valores de antocianinas en el tratamiento testigo en cambio reportaron de 0,097 hasta 0,140 mg/L con 3% de cáscara de cereza, desde 0.191 hasta 0.203 mg/L con de 6% de cáscara de cereza y una concentración de 0.332 hasta 0.398 mg/L de antocianina en helado con 9% de cáscara de cereza. Por su parte Thampitak et al. (2022) elaboraron helado con zumo de mora a una concentración de 0, 10, 20, 30 y 40%; evaluaron el almacenamiento en 120 días a -18°C , siendo 30% la concentración que obtuvo mejor puntaje en la evaluación sensorial. El valor de antocianina reportado fue de 1,873mg/L. En ambos casos, los valores son mucho menores a los obtenidos en nues-

tro estudio, lo cual comprueba que los subproductos liofilizados de las frutas generan mayor concentración en el producto en el que se agrega. Sin embargo, se evidencia pérdida de antocianinas que se puede atribuir tanto a la oxidación como a la condensación de antocianinas (Castaneda-Ovando et al., 2009).

- Análisis de compuestos fenólicos y actividad antioxidante: En la tabla 1 observamos los resultados obtenidos de la capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) y los polifenoles del HCB, estos son mayores a los valores encontrados en HSB, es decir que la adición de subproductos de arándano ha incrementado la capacidad antioxidante del helado. En ese sentido —Pandey et al. (2021) encontraron resultados altos al comparar productos lácteos con fruta y sin fruta referente a la capacidad antioxidante total, el cual es un parámetro único que mide la fuerza de una muestra para extinguir los radicales libres. Esto genera un indicio de que las altas concentraciones de polifenoles y antocianinas en los arándanos, son los principales contribuyentes a su alta capacidad antioxidante en el helado. En este marco, Gabbi et al. (2017) mencionan que el uso de jengibre al elaborar un helado generó incremento de la actividad antioxidante y la concentración de fenoles totales. Del mismo modo Durmaz et al. (2010) reportaron un aumento en la capacidad antioxidante total con la adición de fenoles de cáscara de granada y aceite de semilla de granada en el helado. Estos resultados están de acuerdo con Prior et al. (2003) quienes demostraron una relación lineal entre la actividad antioxidante y el contenido fenólico total. La mejora en la actividad antioxidante de la muestra experimental podría atribuirse a la incorporación de polifenoles, incluidas las antocianinas, que han demostrado tener altas propiedades antioxidantes (Giusti et al., 2015). Por su parte Akca & Akpinar, (2021) realizaron un estudio sobre elaboración de helado con polvo de semilla y aceite esencial de uva, sésamo y granada conservando en almacenamiento a -20°C por 90 días, reportando que el uso de semilla de uva tuvo el mayor contenido fenólico y actividad antioxidante, concluyendo que este insumo novedoso puede ser utilizado como ingrediente natural para desarrollar un helado con alta actividad antioxidante nutricional. Actualmente, el ensayo ABTS es el método preferido para analizar la capacidad antioxidante de las muestras que contienen antocianinas, ya que el radical producido en este método tiene una absorción máxima a una longitud de onda de 734 nm, por lo que reduce las posibilidades de interferencia de las antocianinas que absorben entre la longitud de onda de 460–550 nm (Kuskoski et al., 2006).

Zhao et al. (2022) indican que el helado elaborado con arándano fresco otorgó un periodo de vida útil de 90 días a -18°C , además Kainat et al. (2023) indican

que el helado enriquecido con extracto de frutas mostró un alto potencial antioxidante y aceptabilidad por parte del consumidor que la formulación de helado en testigo, otorgó a la vez una potencial protección anticancerígena por lo que puede ser utilizado en la formulación de productos alimenticios funcionales. En ese sentido Klojdová & Stathopoulos (2022) indican que las fibras de diferentes fuentes de frutas o verduras pueden servir para elaborar helado funcional. En relación al tema, Genovese et al. (2022) indican que suelen extraerse y utilizarse ingredientes naturales como aditivos para aportar propiedades saludables al producto final, las cuales se denominan propiedades funcionales Sun-Waterhouse et al., 2013; Yangilar, 2016; Çakmakçı et al., 2016 y Mehdiatabar et al. (2020) Los helados con la adición de compuestos antioxidantes naturales, como antocianinas y carotenoides extraídas de las frutas mejoran la salud del consumidor debido a que reforzar la actividad de los sistemas antioxidantes endógenos brindando protección adicional contra el estrés oxidativo, el estrés oxidativo está relacionado con muchas enfermedades crónicas, además estos antioxidantes se utilizan para mejorar la vida útil y preservar la calidad de los alimentos que contienen lípidos como el helado, al retrasar las reacciones de oxidación (Huang, 2018).

4.4 Estudio de la vida útil del helado: La vida útil es el tiempo en el que un alimento sigue siendo seguro y cumple con las expectativas del consumidor (Blando et al., 2016). En la figura 4 se presenta la ecuación que señala el comportamiento del pH evaluado en 80 días, a una temperatura de -20°C . En ese marco, —Pandey et al. (2021) mencionan que el helado almacenado a -20°C generó un incremento de la acidez y una disminución el pH que podría deberse a la formación de ácido láctico. Los valores altos de antioxidantes evitan la oxidación de la grasa y por lo tanto aumenta la vida útil del helado. Esta investigación, reportó un incremento del tiempo de vida útil para el caso de HSB de 106 días y para el HCB de 130 días, por lo tanto, la adición de subproductos de arándano generó un impacto positivo en la vida útil del producto.

El modelo PCA que explicó el 58,0% de la variabilidad encontrada en el componente 1 y el 27,1% del componente 2. En ese sentido se observó, podemos observar que el HCB presentó valores agrupados en el eje de la derecha y que todos los valores reportados son mayores en comparación del HSB (que se agruparon hacia la izquierda). Comparado con Terpou et al. (2019), quienes elaboraron helado de yogur de bayas, reportaron un análisis PCA de 2 componentes, el primer componente explicó el 93,6 % de la variación total en el conjunto de datos, mientras que el segundo componente explicó el 6,4 % de

la variación total. Estos atributos podrían estar correlacionados a medida que se agrupan entre sí, por ejemplo, se encontró que el sabor agrio de los lácteos y la textura desmenuzable estaban en la misma región, lo que indica que estas dos características podrían estar relacionadas en la sensación en la boca. Con respecto al sabor cítrico, se encontró que este atributo estaba separado de otros en el mapa de impacto de PCA.

CONCLUSIÓN

Se ha logrado evaluar la vida útil del helado en función del pH y las antocianinas como factor de calidad, utilizando subproductos de arándano nativo. La vida útil se vio incrementada indicando que el aprovechamiento de los subproductos genera un impacto positivo en el producto alimenticio.

Los subproductos del arándano mejoran la actividad antioxidante y la garantiza la presencia de fenoles en el HCB.

AGRADECIMIENTO

Al CONCYTEC-FONDECYT a través del Proyecto N°137-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV, "Aprovechamiento de subproductos del procesamiento de berries nativos de la región Amazonas para obtener antocianinas y carotenoides utilizando solventes verdes presurizados y su aplicabilidad para mejorar la calidad funcional de los derivados lácteos".

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

VZC: Conceptualización; EMCA: Metodología; DMM: Validación, HMGA: Redacción (borrador original); RBSJ Redacción (revisión y edición).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses financieros conocidos, intereses o relaciones personales que podrían haber parecido influir el trabajo reportado en este documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrate, F. (2017). Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas. 80–90. Retrieved from http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1453/1/TM_Abrat eDeco.pdf

Al-Duais, M., Müller, L., Böhm, V., & Jetschke, G. (2009). Antioxidant capacity and total phenolics of *Cyphostemma digitatum* before and after processing: Use of different assays. *European Food Research and Technology*, 228, 813–821. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-008-0994-8>.

Akca, S., & Akpınar, A. (2021). The Effects of Grape, pomegranate, Sesame Seed Powder and Their Oils on Probiotic Ice Cream: Total phenolic contents, antioxidant activity and probiotic viability. *Food Bioscience*, Vol. 42. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101203>

Blando, F., Albano, C., Liu, Y., Nicoletti, I., Corradini, D., Tommasi, N., ... Kitts, D. D. (2016). Polyphenolic composition and antioxidant activity of *Prunus mahaleb* L.

Cakmakci, S. Topdas, E. F., Cakir, Y., Kalin, P. (2016). Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. *Journal of the science of Food and Agriculture*, 96(5), 1451–1458. <http://doi.org/10.1002/jsfa.7241>

Camavilca Córdova, M., & Leyva Aliaga, M. J. (2015). Identificación de antocianinas y carotenoides en flores de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) por cromatografía en capa fina. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1226>

Campestrini, L. H., Melo, P. S., Peres, L. E. P., Calhella, R. C., Ferreira, I. C. F. R., & Alencar, S. M. (2019). A new variety of purple tomato as a rich source of bioactive carotenoids and its potential health benefits. *Heliyon*, 5(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02831>

Cardona, C. A., Sánchez, O., Ramírez, J., & Alzate, L. (2004). Biodegradación de Residuos Orgánicos de Plazas de Mercado. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 6(2), 78–89. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/529>

Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. d. L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871.

Connor A.M., Luby J.J., Hancock J.F., Berkheimer S. and Hanson E.J. (2002). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 50, pp. 893–898.

de Campo, C., Queiroz Assis, R., Marques da Silva, M., Haas Costa, T. M., Paese, K., Stanisçuaski Guterres, S., ... Hickmann Flôres, S. (2019a). Incorporation of zeaxanthin nanoparticles in yogurt: Influence on physicochemical properties, carotenoid stability and sensory analysis. *Food Chemistry*, 301(Febuary), 125230. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125230>

de Souza, V.R., Pereira, P.A.P., da Silva, T.L.T., de Oliveira Lima, L.C., Pio, R., Queiroz, F., (2014) Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chem.* 156, 362–368.

Denardin, C. C., Hirsch, G. E., Da Rocha, R. F., Vizotto, M., Henriques, A. T., Moreira, J. C. F., Emanueli, T. (2015). Antioxidant capacity and bioactive

- compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3), 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.006>
- Durmaz, G., Cam, M., Kutlu, T., & Hisil, Y. (2010). Some physical and chemical changes during fruit development of five common apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Food Science and Technology Research*, 16, 71-78.
- Espinosa Manfugás, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Recuperado de <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Gabbi, D.K., Bajwa, A.U., Goraya, R.K., (2017). Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiber officinale*). *Int. J. Dairy Technol.* 70, 1–8.
- Genovese, A., Balivo, A., Salvati, A., & Sacchi, R. (2022). Functional ice cream health benefits and sensory implications. *Food Research International*, 161, 111858. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111858>
- Giusti, M., Wrolstad, E. (2015). *Caracterización y medición de antocianinas por UNIDAD espectroscopía UV-visible*. 1–13.
- Golovinskaia, O., & Wang, C. K. (2021). Review of functional and pharmacological activities of berries. *Molecules*, 26(13). <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>
- Haghani, S., Hadidi, M., Pouramin, S., Adinepour, F., Hasiri, Z., Moreno, A., Lorenzo, J. M. (2021). Application of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) peel in probiotic ice cream: Functionality and viability during storage. *Antioxidants*, 10(11), 1–11. <https://doi.org/10.3390/antiox10111777>
- Hough, G., & Fiszman, S. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. In *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Retrieved from <http://www.redia.org.pe/wp-content/uploads/2013/05/La-Vida-Util-Sensorial-de-Los-Alimentos.pdf>
- Huang, D. (2018). Dietary antioxidants and health promotion. *Antioxidants*, 7(1), 79. <https://doi.org/10.3390/antiox7010009>
- Kainat, F., Ali, M., Akbar, A., Masih, R., Mehnaz, S., & Sadiq, M. B. (2023). Ultrasonic Extraction of Phenolic Compounds from Eggplant Peel and Formulation of Eggplant Peel Extract-Enriched Ice-Cream. *Journal of Food Quality*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/3267119>
- Klojđová, I., & Stathopoulos, C. (2022). W/o/w multiple emulsions: A novel trend in functional ice cream preparations? *Food Chemistry: X*, 16(August). <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100451>
- Kuskoski, E.M., Asuero, A.G., Troncoso, A.M., Fett, R., (2006). Antioxidant activity of pulps of tropical fruits. Application of the ABTS method. *Alimentaria* 376, 67–70.
- La Cámara de Comercio de Lima. (2020). *Opertunidades-y-retos-en-la-exportación-de-arándanos*. Retrieved from <https://www.camaralima.org.pe/wp-content/uploads/2020/06/Opertunidades-y-retos-en-la-exportación-de-arándanos.pdf>
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2002). Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: Comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science*, 67(5), 16601667. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08701.x>
- Manoharan, A., Ramasamy, D., Dhanalashmi, B., Gnanalashmi, K.S., Thyagarajan, D., (2012). Studies on sensory evaluation of curcumin powder as natural colourfor butterscotch flavour ice cream. *Indian J. Drugs Dis.* 1, 43–46.
- Manriquez, J., Salinas, V., Moreno, C., & Valdés, S. (2016). Desarrollo De Un Helado Para Diabéticos Sabor Vainilla Bajo en Calorías y Grasa, Empleando Inulina y Sucralosa. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 474–479. Retrieved from: http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/5/8_2.pdf
- Mehditabar, H., Razavi, S. M., & Javidi, F. (2020). Influence of pumpkin puree and guar on the bioactive rheological, thermal and sensory properties of ice cream. *International Journal of dairy technology*, 73(2), 447-458. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12658>
- MIDAGRI. (2022). El Agro en cifras. In *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*. Retrieved from: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2861470/Boletín Mensual %22El Agro en Cifras%22 - Diciembre 2021.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2861470/Boletín%20Mensual%20El%20Agro%20en%20Cifras%20-%20Diciembre%202021.pdf)
- Pandey, P., Grover, K., Dhillon, T. S., Kaur, A., & Javed, M. (2021). Evaluation of polyphenols enriched dairy products developed by incorporating black carrot (*Daucus carota* L.) concentrate. *Heliyon*, 7(5), e06880. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06880>
- Pinedo Montoya, S. K. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándanos y otras especies del genero *vaccinium*. (Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; Vol. 2). Retrieved from: <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf> <http://www.lib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html> <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022> <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper> <https://tore.tuhh.de/hand>
- Pinto, S.V., Patel, A.M., Jana, A.H., (2009). Evaluation of different forms of ginger as flavouring in herbal ice cream. *Int. J. Food Sci. Technol. Nutr.* 3, 73–83.
- Prior, R. L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., Jacob, R. (2003). Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples.

- Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3273–3279.
- Roy, S., Hussain, S. A., Prasad, W. G., & Khetra, Y. (2022). Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate. *Applied Food Research*, 2(1), 100029. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100029>
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., Brito, E. S. de, Morais, S. M. de, Sampaio, C. de G., Pérez-Jiménez, J., & Fulgencio Diego Saura-Calixto. (2007). Metodologia Científica : Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre. In *Comunicado técnico 128* (Embrapa, pp. 0–3). Gobierno federal de Brasil.
- Serrano, M., & Valero, D. (2016). *Contenido de antocianos y compuestos fenólicos en diferentes frutos frescos y deshidratados*. Universidad Miguel Hernández de Elche Escuela Politécnica Superior de Orihuela.
- Shen, X., Sun, X., Xie, Q., Liu, H., Zhao, Y., Pan, Y., Wu, V. C. H. (2014). Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. *Food Control*, 35(1), 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.040>
- Skrede, G., Wrolstad, R. E., & Durst, R. W. (2000). Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Food Science*, 65(2), 357–364. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16007.x>
- Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L. Wadhwa, S., & Wibisono, R. (2013). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*, 50(2), 647-656, <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.030>
- Tarone, A. G., Cazarin, C. B. B., & Marostica Junior, M. R. (2020). Anthocyanins: New techniques and challenges in microencapsulation. *Food Research International*, 133(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109092>
- Terpou, A., Papadaki, A., Bosnea, L., Kanellaki, M., & Kopsahelis, N. (2019). Novel frozen yogurt production fortified with sea buckthorn berries and probiotics. *LWT*, 105, 242–249. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.024>
- Thampitak, K., Pimisa, R., Pongcharoen, P., Maneerat, S., & Hwanhlem, N. (2022). Mulberry Low-Fat Ice Cream Supplemented with Synbiotic: Formulation, Phytochemical Composition, Nutritional Characteristics, and Sensory Properties. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 50(3), 361–374. <https://doi.org/10.48022/mbl.2207.07001>
- Torres, M. (1995). Manual de elaboración de productos lácteos. *Eras*, Vol. 1, p. 4. Retrieved from https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal/Sebrae/UFs/PE/Anexos/livro_cenarios_parte_3.pdf
- Wall Jk, Cb Johnson (1983) An analysis of phytochrome action in the high irradiance response. *Planta* 159: 387-397.
- Wang, W. D., & Xu, S. Y. (2007). Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *Journal of Food Engineering*, 82(3), 271–275. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.01.018>
- Wong-Paz, J. E., Muñiz-Márquez, D. B., Aguilar-Zárate, P., Ascacio-Valdés, J. A., Cruz, K., Reyes-Luna, C., Aguilar, C. N. (2017). Extraction of Bioactive Phenolic Compounds by Alternative Technologies. In *Ingredients Extraction by Physicochemical Methods in Food*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811521-3.00005-3>
- Yangilar, F. (2016). Production and evaluation of mineral and nutrient contents, chemical composition, and sensory properties of ice creams fortified with laboratory-prepared peach fibre. *Food & nutrition research*. 60(1), 31882. <http://doi.org/10.3402/fnr.v60.31882>
- Zhao, L., Liu, Y., Zhao, L., & Wang, Y. (2022). Anthocyanin-based pH-sensitive smart packaging films for monitoring food freshness. 9(June).