



Zumo a base de maqui liofilizado (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz): Características fisicoquímicas, funcionales, microbiológicas y sensoriales

Freeze-dried maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) juice: Physicochemical, functional, microbiological and sensory characteristics

Emir Valencia-Aguilar¹*; Roberto Quevedo-León¹; Dagoberto Diaz-Guineo¹;
Teófilo Espinoza-Tellez¹

¹ Programa FITOGEN, Departamento de Acuicultura y Recursos Agroalimentarios, Universidad de Los Lagos, Avda. Fuschlocher 1305, Osorno, Chile.

ORCID de los autores:

E. Valencia-Aguilar: <https://orcid.org/0000-0001-5748-9415>

D. Diaz-Guineo: <https://orcid.org/0000-0003-2216-931X>

R. Quevedo-León: <https://orcid.org/0000-0001-8132-838X>

T. Espinoza-Tellez: <https://orcid.org/0000-0003-1491-1051>

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue elaborar un zumo de maqui (*Aristotelia chilensis*) a partir de polvo liofilizado y endulzado con azúcar blanca o miel de abeja; para ser considerado como una bebida de origen natural. Se realizaron diversos análisis: sólidos solubles, pH, acidez, humedad, materia seca, cenizas totales, azúcares totales, proteína total, actividad antioxidante, grasa y análisis microbiológicos (recuento de aerobios mesófilos, hongos y levaduras). Los resultados de la capacidad antioxidante para el zumo de maqui endulzado con azúcar fueron valores de 283,93 mg/100 mL EAA y para el zumo endulzado con miel fueron 364,16 mg/100 mL EAA. El contenido total de azúcar para el zumo preparado con miel fue de 14,42 g/100 mL, mientras que para el zumo preparado con azúcar fue de 13,3 g/100 mL. El sabor y el aroma de los dos tipos de zumos fueron aceptados por un panel organoléptico no entrenado. El principal beneficio del producto desarrollado es el aprovechamiento de un fruto nativo del bosque, rico en antioxidantes, vitaminas y fibra, que se somete a un proceso de liofilización para conservar sus propiedades nutricionales y organolépticas, manteniendo su sabor, aroma y color originales.

Palabras clave: maqui; zumo; liofilización; antioxidantes; miel de abeja.

ABSTRACT

The objective of the present study was to develop a methodology for obtaining maqui (*Aristotelia chilensis*) juice from freeze-dried powder sweetened with white sugar or honey, to be considered as a beverage of natural origin. Several analyses were carried out: soluble solids, pH, acidity, humidity, dry matter, total ash, total sugars, crude protein, antioxidant activity, fat, and microbiological analyses (mesophilic aerobic count, fungi, and yeasts). The results of the antioxidant capacity for the maqui juice sweetened with sugar were values of 283,93 mg/100 mL EAA and for the juice sweetened with honey were 364,16 mg/100 mL EAA. The total sugar content for the juice prepared with honey was 14,42 g/100 mL, while for the juice prepared with sugar it was 13,3 g/100 mL. The flavor and aroma of the two types of juices were accepted using an untrained organoleptic panel. The main benefit of the developed product is the use of a native fruit from the forest, rich in antioxidants, vitamins and fiber, which undergoes a freeze-drying process to preserve its nutritional and organoleptic properties, maintaining its original flavor, aroma and color.

Keywords: maqui; juice; freeze-drying; antioxidants; bee honey.

1. Introducción

En los últimos años ha aumentado considerablemente la conciencia de mantener un estilo de vida saludable (Espinoza-Tellez et al., 2021; García-Milla et al., 2024). Como resultado, los consumidores prestan más atención a los productos que aporten nutrientes al organismo, ya que los aditivos utilizados en la producción de alimentos tienen un efecto perjudicial para la salud humana (Sobaszek et al., 2020). Actualmente los consumidores demandan productos funcionales y beneficiosos para la salud (García-Milla et al., 2024). Ciertos tipos de antioxidantes ayudan al correcto funcionamiento de nuestro organismo y cumplen un rol preponderante; las bayas de maqui se destacan junto a otros berries como el calafate, murtilla, frutilla, cranberry, arándanos entre otros (Concha-Meyer et al., 2021; Torres et al., 1999; Torres & Cilia-Lopez, 2022), por su alto contenido en polifenoles. Este tipo de compuestos fenólicos, así como flavonoides y antocianinas, cumplen la función principal de neutralizar la acción de los radicales libres, evitando o retardando los procesos de peroxidación lipídica y también presentando una excelente actividad antiinflamatoria (Cespedes et al., 2010; Prada-Muñoz & Coy-Barrera, 2024; Tan et al., 2023). Así mismo, ellos pueden prevenir la incidencia de enfermedades degenerativas en el organismo humano (Avello & Suwalsky, 2006; Espinoza et al., 2016; Gironés-Vilaplana et al., 2014; Kalt et al., 2020), y presentan uno de los más altos contenidos de sustancias antioxidantes (Andrade et al., 2024; Espinoza-Tellez et al., 2021; Miranda-Rottmann et al., 2002). De hecho, los frutos de bayas se utilizan frescos (jarabes, mermeladas) o deshidratados para elaborar jugos frescos con agua y azúcar y darles una característica funcional (Araneda et al., 2014). También, son usados como tintóreos, productos medicinales y para cosméticos (Espinoza-Tellez et al., 2021; Espinoza et al., 2016; Quevedo-León et al., 2023)

El mercado frutícola en Chile necesita de nuevas alternativas sustentables con potenciales económicos. En esta categoría se puede considerar el maqui, una especie silvestre, endémica chilena y de amplia distribución geográfica. A pesar de su interesante potencial de desarrollo económico, su desarrollo industrial en Chile ha sido muy poco valorado. Varios estudios dirigidos a caracterizar la capacidad antioxidante de frutas y hortalizas han permitido demostrar que el zumo concentrado de maqui presenta altos contenidos de fenoles y mayores capacidades antioxidantes, en comparación con el de mora, arándano, cranberry, frambuesa y frutilla (Miranda-Rottmann et al., 2002; Misle et al., 2023). Lo anterior permite deducir que el zumo de maqui es un producto con un elevado contenido de polifenoles de origen vegetal, y por lo tanto puede ser considerado como un producto saludable y como alimento funcional (Concha-Meyer et al., 2021; Ramírez et al., 2009; Romero-González et al., 2020). Las antocianinas son compuestos funcionales que se encuentra en el

maqui, relativamente inestables y bastante susceptibles a la degradación durante el procesamiento y su almacenamiento (Bastías-Montes et al., 2019; Bastías-Montes et al., 2020; Bastías-Montes et al., 2019; Brauch et al., 2016; García-Milla et al., 2024). Entre los endulzantes usados comúnmente encontramos el azúcar y la miel en sus diferentes estados. Este último es una alternativa natural que aporta igual cantidad de calorías por gramos, presenta algunas ventajas sobre la azúcar blanca granulada, entre las que podemos mencionar: contenido de antioxidantes, vitaminas, minerales, poder edulcorante, antimicrobiano y antiséptico (Al-Mosa et al., 2019; Sawicki et al., 2020; Zawawi et al., 2021). Mediante pruebas de ensayo se determinó que 134 g de maqui liofilizado, disueltos en 1 litro de agua, obteniendo un zumo de 5 °Brix, permitiendo con esto formular los zumos a 10, 12 y 14 °Brix con sus respectivos endulzantes, tanto azúcar blanca o miel de abeja.

En la determinación sensorial de los jugos de maqui liofilizado se evaluó para cada formulación el sabor y el aroma. Los resultados de este estudio demostraron que hubo mayor aceptación con las formulaciones de los zumos con 14 °Brix, tanto como para azúcar blanca como para miel de abeja.

Para estas dos formulaciones de zumo se realizaron análisis de: sólidos solubles, pH, acidez, humedad, materia seca, cenizas totales, azúcares totales, proteína cruda (% Nitrógeno), actividad antioxidante, materia grasa y análisis microbiológicos (recuento de aerobios mesófilos, hongos y levaduras). Se prepararon seis formulaciones diferentes para los zumos, siendo tres formulaciones para el zumo de maqui endulzado con azúcar y tres para el zumo de maqui endulzado con miel.

El objetivo del presente trabajo fue elaborar un zumo en base a polvo de maqui liofilizado y endulzado con azúcar blanca o miel de abeja; para evaluar el efecto de estos endulzantes sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y ser considerado como un producto natural y funcional.

2. Metodología

2.1 Elaboración del zumo de maqui

El maqui liofilizado fue proporcionado por la empresa Bayas del Sur, ubicada en la comuna de Purranque, región de Los Lagos, Chile. La ficha técnica indica que es un polvo fino de 400 micrones, envasados en 100 g. El polvo liofilizado fue reconstituido en agua a 80 °C, en un recipiente y luego la mezcla fue homogeneizada. Debido a que el maqui liofilizado no es 100% soluble en agua, la mezcla fue filtrada sobre papel Whatman n°1; obteniendo un zumo claro y limpio de impurezas. El zumo de maqui reconstituido fue endulzado con dos tipos de endulzantes (azúcar blanca y miel de abeja), a la temperatura de 70 - 80 °C, hasta alcanzar los 14 °Brix (usando un refractómetro); después se agregó 0,25 g de sorbato de potasio / kg de zumo diluido para luego ser

envasando en caliente en botellas de vidrio de 250 mL. Los zumos envasados fueron esterilizados en una autoclave a la temperatura de 98 °C por 20 minutos; y posteriormente enfriados y almacenados a 5 °C.

2.2 Análisis fisicoquímico

Determinación de sólidos solubles. La determinación de los sólidos solubles (grados Brix) de los zumos estudiados fue monitoreado usando un refractómetro manual de marca Atago (rango 0% - 33%) el cual fue previamente calibrado con una solución de glucosa al 6% de acuerdo con la norma (NCh 1456-78).

Determinación del pH y acidez. De acuerdo con la norma Chilena NCh1671-79, la determinación de pH fue realizada usando un pH-metro marca Quimis, previamente calibrada con una solución tampón de pH 4,0 y una de pH 7,0. La determinación de acidez se realizó por titulación con una solución valorada de hidróxido de sodio 0,1 N y como indicador solución fenolftaleína según la norma Chilena NCh 1738-79.

Determinación de humedad. La humedad se determinó por el método gravimétrico usando una estufa a 105 °C por 6 h, (NCh841-78).

Determinación de cenizas totales. La determinación de cenizas totales fue determinada por gravimetría usando una mufla a 550 °C por 6 h, de acuerdo con la norma chilena NCh842-78.

Determinación de azúcares totales. La cuantificación de azúcares reductores a los zumos se realizó utilizando el método de cuantificación de azúcares reductores según la AOAC 925.35 (Official Methods Of Analysis, 1990).

Determinación de proteína cruda. La determinación de proteínas se realizó mediante el método Kjeldahl según la AOAC 928.08 (AOAC, 1990).

Determinación de actividad antioxidante. Para la determinación de la actividad de antioxidantes en los jugos de maqui se utilizó el método del DPPH (2,2-difenil-1-picrilo-hidrazila), desarrollado por Brand-Williams et al. (1995).

Determinación de materia grasa. Para la determinación de materia grasa se utilizó el Método Soxhlet, mediante extracción con éter etílico o éter de petróleo según la AOAC 920.85 (Official Methods Of Analysis, 1990).

2.3 Análisis microbiológico

Recuento de aerobios mesófilos (RAM). La determinación de microorganismos aerobios mesófilos se realizó de acuerdo con la técnica de recuento de placas según NCh2671-2002

Recuento de mohos y levaduras. La determinación de mohos y levaduras se realizó utilizando la técnica de recuento de placas según NCh2734-2002.

2.4 Evaluación sensorial

Se realizó una evaluación sensorial para determinar el grado de aceptación de los zumos de maqui en polvo liofilizado y endulzados con azúcar blanca o miel de abeja. Para estudiar la aceptabilidad del producto, se

trabajó con un panel sensorial no entrenado, conformado por 50 personas elegidas al azar. La escala que se utilizó fue la escala hedónica verbal de 5 puntos. Los parámetros que se utilizaron a evaluar fueron: el sabor y el aroma, además de la aceptación general del zumo (Sobaszek et al., 2020; Stone & Sidel, 2004).

2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos en las pruebas de aceptación en la elaboración de los dos zumos se realizó mediante ANOVA y test de Tukey. Se empleó la prueba de medición del grado de satisfacción, en esta prueba afectiva se contó con 50 panelistas no entrenados, cuyas edades eran entre los 18 y 50 años.

3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico al zumo de maqui en polvo liofilizado, preparado con azúcar blanca o miel de abeja. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Tabla 1

Resultados de análisis fisicoquímicos obtenidos para el zumo de maqui en polvo liofilizado reconstituido tanto con azúcar blanca o con miel de abeja

Parámetro	Jugo de maqui con azúcar blanca	Jugo de maqui con miel
Sólidos solubles (°Brix)	14 ± 0,28 ^a	14 ± 0,42 ^a
pH (21,2 °C)	4,13 ± 0,091 ^b	4,07 ± 0,049 ^b
Acidez (%)	0,312 ± 0,025 ^c	0,324 ± 0,017 ^d
Humedad (%)	85,0 ± 0,77 ^h	84,25 ± 0,007 ^h
Materia seca (%)	15,0 ± 0,77 ^e	15,75 ± 0,007 ^e
Cenizas totales (%)	0,239 ± 0,0063 ^f	0,198 ± 0,0091 ^g
Azúcares totales (g/100mL)	13,31 ± 0,084 ⁱ	14,42 ± 0,035 ^j
Proteína cruda (%)	0,134 ± 0,0007 ^k	0,171 ± 0,048 ^l
Actividad antioxidante (mg EAA/100mL)	283,93 ± 29,81 ^m	364,16 ± 9,93 ⁿ
Materia grasa (%)	8,95 ± 0,24 ^o	8,99 ± 0,34 ^o
Recuento aeróbios mesófilos (ufc/cc)	< 10 ² ^p	< 10 ² ^p
Recuento hongos y levaduras (ufc/cc)	< 10 ² ^p	< 10 ² ^p

Letras desiguales en el superíndice indican diferencias estadísticas significativas al 5%.

Sólidos solubles

Los jugos elaborados con azúcar blanca o con miel de abeja fueron ajustados a un contenido de sólidos solubles igual a 14% (Tabla 1), en donde el contenido final de sólidos solubles estuvo dentro de lo esperado. Cruzat & Barrios (2009) reportó valores de hasta 29,6 °Brix diferencia que podría ser debida al grado de madurez del fruto entre otros factores (Fredes, 2009; Fredes et al., 2018; Fredes et al., 2020).

En general, se han reportado valores promedios para jugos de maqui, entre 4 a 22 °Brix (Araneda et al.,

2014; Gironés-Vilaplana et al., 2012). Otros estudios han concentrado los sólidos solubles hasta 54,2 °Brix, usando la crioconcentración en extracto de maqui, aumentando la relación entre la concentración de polifenoles totales y antocianinas, entre 2,8 y 6,7 veces, con respecto al contenido inicial en el extracto (Bastías-Montes et al., 2019; Casati et al., 2019; Mattson et al., 2022; Salar et al., 2024).

pH

Con respecto al pH, los valores obtenidos en ambos zumos fueron entre 4,07 y 4,13 unidades. Se ha reportado en el fruto del maqui valores de pH cercanos a 3,7 (Cruzat & Barrios, 2009), lo que indica que es una fruta muy ácida al paladar. Otros berries como el arándano, destacan por su baja acidez, pH 2,48-3,8 (Bello et al., 2012; Stückrath & Petzold, 2007). Otro estudio de nanoencapsulación de extracto maqui liofilizado han reportado un pH entre 4,3-4,5, almacenado a 4 °C (Andrade et al., 2024; Bianchi et al., 2022; Casati et al., 2019; Nowak et al., 2018)

Acidez

Los valores de acidez, obtenidos para el zumo con azúcar blanca fueron de 0,312% y para el zumo con miel de abeja fueron de 0,324%, estos valores son bajos si se comparan con otros jugos de maqui endulzado con azúcar; por ejemplo, Araneda et al. (2014) encontraron valores de acidez de alrededor de 0,95% en jugo de maqui azucarado; y valores de 0,85% en no azucarados. Otros valores reportados en jugo de maqui van desde 1,4 a 6,03 g ácido cítrico/100 mL de jugo (Cruzat & Barrios, 2009; Gironés-Vilaplana et al., 2012). Lo anterior puede ser debido a una variación en los factores que afectan la acumulación de ciertos metabolitos de importancia en la calidad de los frutos tal como señala Cruzat & Barrios (2009). Otros estudios han reportado valores de acidez entre 4,28 -3,34 (g CA/100 ml) (Salar et al., 2020).

Humedad y materia seca

De acuerdo con Cruzat & Barrios (2009) la fruta de maqui contiene una humedad alrededor de 57,6%. El presente trabajo evidenció el contenido de humedad obtenido para el zumo endulzado con azúcar blanca y para el endulzado con miel de abeja, valores iguales a 85,0 % y 84,25 % respectivamente. Otros estudios en microencapsulación de jugo de maqui, reportaron valores de contenido de humedad entre 3 - 10% (Fredes et al., 2018). También Issis (2019) reportó valores de humedad en producto fresco de 65,19 g/100 gms de maqui secado al vacío (Issis et al., 2019). El contenido de materia seca fluctuó entre 15,0% y 15,75% para zumo con azúcar blanca y para zumo con miel de abeja respectivamente, siendo los valores muy similares. Resultados similares encontrados en este trabajo fueron señalados por Damasco et al. (2008) quienes reportaron valores de 15,5% para frutos de maqui. Otros estudio han reportado un contenido de humedad de (41,0 ± 0,03 g/100 g) (Fredes et al., 2018).

Cenizas totales

Según lo reportado por Cruzat & Barrios (2009) el contenido de cenizas para 100 g de fruto fresco es de 2,4%; en la Tabla 1 puede observarse valores mucho más bajos (0,20% - 0,24%); sin embargo, estos datos están de acuerdo al rango reportado por Araneda (Araneda et al., 2014) 0,44% - 0,51%. Las diferencias en la composición de las cenizas podrían explicarse a que el extracto del maqui liofilizado no incluye semilla ni cáscara del fruto. La Tabla de composición química de alimentos chilenos señala que el contenido de cenizas para 100 g de la parte comestible de maqui es de 1,2% (Schmidt-Hebbel et al., 1990); además de poseer minerales como Fe, Ca y K (Damasco et al., 2008), componentes vinculados al contenido de minerales del suelo de donde se producen los frutos (Andrade et al., 2009; Guerra et al., 2011). Otros estudios han reportado valores en 100 g de porción comestible de ceniza (g) 1,2, calcio (mg) 87, fósforo (mg) 44, hierro (mg) 30,5, potasio (mg) 296 (García-Milla et al., 2024). También otros autores han reportado valores de ceniza en producto fresco de 2,98 g/100 g dm de maqui secado al vacío (Issis et al., 2019).

Azúcares totales

Según Cruzat & Barrios (2009), la fruta del maqui contiene 42,8 g por 100 mL de azúcar total, valor alto comparado con los valores de este trabajo (13,31-14,42 g/100 mL). Otros autores reportaron valores de azúcares totales (61,0 ± 0,8 g/100 g) (Fredes et al., 2018). Esto es debido a que el maqui liofilizado no es un producto 100% soluble en agua, es por ello, que, al momento de reconstituir el maqui en agua, se realizó un proceso de filtración, el cual pudo influir claramente en la cantidad de azúcar que queda en el jugo. Según el Ministerio de Salud de Chile (Ministerio de Salud & Chile., 1997), indica que para los jugos ácidos endulzados no debe exceder los 200 g/kg de producto terminado, cumpliendo nuestro zumo con el reglamento chileno.

Proteína cruda

Schmidt-Hebbel (1990) señalaron que el fruto del maqui contiene 0,8 g de proteína por cada 100 g de la parte comestible del fruto. Los valores de la presente investigación fueron para los jugos preparados con azúcar y miel de 0,134 y 0,171 g/100 g fruto comestible respectivamente; valores bajos referidos al mencionado, y esto es causa de que el análisis corresponde al extracto y no a toda la parte comestible del fruto. Otros autores han reportado valores de proteína cruda en producto fresco de 7,78 g/100 g dm de maqui secado al vacío (Issis et al., 2019).

Actividad antioxidante

Según nuestros resultados, la actividad antioxidante para el jugo de maqui endulzado con azúcar y miel presentan valores de 283,93 ± 29,81 y 364,16 ± 9,93 (mg EAA/100mL). En la Figura 1 se muestran otros estudios en jugos en comparación con los obtenidos

en el presente trabajo. Estos valores confirman que los jugos de maqui endulzados con azúcar y miel presentan un mayor contenido de antioxidantes.

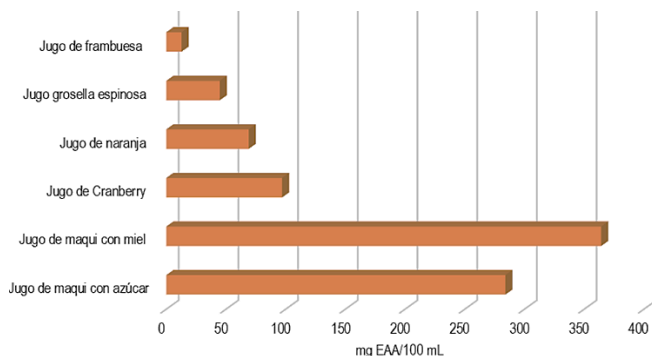


Figura 1. Actividad antioxidante de jugos de fruta reportados en la literatura. El valor de la actividad antioxidante del jugo de maqui corresponde a este trabajo.

Otros valores reportado en pulpa de frutas, son los mencionados por Quevedo (2020) en rosa mosqueta (400 ± 18 mg de ácido ascórbico/100; en grosella espinosa ($44,7 \pm 0,69$ mg/100 g) en fresa ($32,6 \pm 0,52$ mg/100 g) y frambuesa ($12,7 \pm 0,67$ mg/100 g).

Materia grasa

Según documento de la Fundación para Innovación Agraria de Chile, realizado por Cruzat & Barrios (2009), el maqui presenta altos valores de lípidos, con 9,2 g por 100 g de fruto fresco, por lo que nuestro zumo se encuentra en los rangos aceptados (8,95-8,99 por 100 g). Otros autores han reportado valores de materia grasa en producto fresco de 5,99 g/100 g dm en maqui secado al vacío (Issis et al., 2019).

Análisis microbiológico

Es importante conocer el grado de contaminación y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana, además de indicar la calidad sanitaria del alimento y es la base para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura. Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, exige una cantidad determinada de unidades formadoras de colonias para los jugos. Para RAM exige un promedio de 10^2 ufc/cc. Para los hongos y levaduras en jugos, este reglamento, no indica un rango específico para hongos y levaduras. De acuerdo con los valores obtenidos estos jugos están libres de contaminación. Otros autores reportaron estudios microbiológicos en el tratamiento con microondas versus pasteurización convencional: el efecto sobre la calidad fitoquímica y microbiológica de las bebidas de cítricos y maqui, MW (MW-800 W y MW-600 W) y TP (TP-85 °C) se evaluaron durante 60 días de almacenamiento a 20 °C (Salar et al., 2020; Salar et al., 2024).

Análisis sensorial

Los resultados de este estudio demostraron que hubo mayor aceptación con las formulaciones de los jugos

con 14 °Brix, tanto como para azúcar blanca como para miel de abeja (Figura 2).



Figura 2. Análisis sensorial en escala hedónica (0-5) en triplicado en muestra de jugo de maqui endulzado con azúcar y miel.

4. Conclusiones

La técnica implementada para la elaboración del zumo de maqui liofilizado endulzado con azúcar blanca o miel de abeja, tuvieron el mínimo de procesamiento, lo que favoreció que la materia prima no perdiera sus funciones organolépticas al ser reconstituida, como también proporcionarle un buen sabor al producto final.

Los productos obtenidos y evaluados analíticamente como sensorialmente sugieren una posibilidad concreta de industrialización. En líneas generales se estima que los resultados obtenidos permiten obtener un zumo de maqui (*Aristotelia chilensis*) liofilizado, endulzado con azúcar blanca o con miel de abeja, para ser considerado como una bebida de origen natural, basándose en el efecto de los dos endulzantes. Es decir, un producto con capacidad antioxidante de 283,93 mg/100mL EAA. Para el zumo endulzado con miel fue de 364,16 mg/100mL EAA. El contenido total de azúcar para el zumo preparado con miel fue de 14,42 g/100 mL, mientras que para el zumo preparado con azúcar fue de 13,3 g/100 mL. Con respecto al pH, los valores obtenidos en ambos zumos fueron entre 4,07 y 4,13 unidades. Estudios futuros pueden estar relacionado con la utilización de otros orígenes geográficos o arbóreos de la miel como endulzante para el zumo de maqui liofilizado.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del Departamento de Acuicultura y Recursos Agroalimentario, específicamente al programa FITOGEN, de la Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.

Referencias bibliográficas

- Al-Mosa, A., Brima, E. I., Fawy, K. F., Al Ghrama, H. A., & Mohammed, M. E. A. (2019). Antioxidant Vitamins in Honey Samples from Different Floral Origins an Altitudes in Asir Region at the South-Western Part of Saudi Arabia. *Current Nutrition & Food Science*, 15(3), 296-304. <https://doi.org/10.2174/1573401314666180606085841>
- Andrade, D., Maldonado-Bravo, F., Albuquerque, A., Pérez, C., Gamboa, A., Caro, N., Díaz-Dosque, M., Gotelland, M., Abugoch, L., & Tapia, C. (2024). Nanoencapsulation of maqui (*aristotelia chilensis*) Extract in chitosan-tripolyphosphate and chenopodin-based systems. *Antioxidants*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/antiox13030273>

- Andrade P, R., D., Ortega Q, F., A., Montes M, E., J., Torres G, R., Pérez S, O., A., Castro, N., Mónica., & Gutiérrez, S., Luz A. (2009). Physicochemical and rheological characterization of guava pulp (psidium guajava L.) varieties hybrid klom sali, puerto rico, d14 and red. *Vitae-Revista de la facultad de química farmaceutica*, 16(1), 13-18.
- Araneda, X., Quilamán, E., Martínez, M., & Morales, D. (2014). Elaboración y evaluación de jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) por arrastre de vapor. *Revista Agropecuaria*, 5, 149-156. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.03.05>
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Revista Atenea*, 494, 161-172.
- Bastías-Montes, J. M., Vidal-San Martín, C., Muñoz-Fariña, O., Petzold-Maldonado, G., Quevedo-León, R., Wang, H., . . . Céspedes-Acuña, C. L. (2019). Cryoconcentration procedure for aqueous extracts of maqui fruits prepared by centrifugation and filtration from fruits harvested in different years from the same localities. *Journal of Berry Research*, 9(3). <https://doi.org/10.3233/JBR-180368>
- Bello, F., Almirón, N., Beltrami, N., & Vázquez, D. (2012). Comportamiento postcosecha de variedades patentadas de arándanos cultivadas en Entre Ríos (Argentina). *Rev. iber. ecnología postcosecha*, 13(1), 31-36.
- Bianchi, F., Giuberti, G., Cervini, M., & Simonato, B. (2022). Fortification of Durum Wheat Fresh Pasta with Maqui (*Aristotelia chilensis*) and Its Effects on Technological, Nutritional, Sensory Properties, and Predicted Glycemic Index. *Food and Bioprocess Technology*, 15(7), 1563-1572. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02838-9>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss u Technol*, 22, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Casati, C. B., Baeza, R., & Sánchez, V. (2019). Physicochemical properties and bioactive compounds content in encapsulated freeze-dried powders obtained from blueberry, elderberry, blackcurrant and maqui berry. *Journal of Berry Research*, 9(3), 431-447. <https://doi.org/10.3233/jbr-190409>
- Céspedes, C., Alarcon, J., Gavilla, G., & Nieto, A. (2010). Anti-inflammatory Activity of *Aristotelia chilensis* Mol. (Stuntz) (Elaeocarpaceae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(2), 127-135.
- Concha-Meyer, A. A., Sepúlveda, G., Pérez-Díaz, R., & Torres, C. A. (2021). Effect of preservation processing on quality attributes and phenolic profile of maqui (*Aristotelia chilensis* mol. Stuntz) fruit. *LWT - Food Science and Technology*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111920>
- Cruzat, R., & Barrios, E. (2009). Libro de valorización: resultados y lecciones en productos agroindustriales ricos en antioxidantes, a base de berries nativos. *FIA Chile*, 51.
- Damasco, M., Arribere, M., Svriz, M., & Brand, D. (2008). Fruit mineral contents of six wild species of the North Andean Patagonia, Argentina. *Biological Trace Element Research*, 125(1), 72-80.
- Espinoza-Tellez, T., Bastías-Montes, J. M., Quevedo-León, R., Valencia-Aguilar, E., Díaz-Carrasco, O., Solano-Cornejo, M. Á., & Mesa-Mesina, F. (2021). La murta (*Ugni molinae*) y sus propiedades benéficas para la salud: Una revisión. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 121-131. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.14>
- Espinoza, T., Valencia, E., Quevedo, R., & Díaz, O. (2016). Importancia y propiedades físico química de la Rosa mosqueta (R. canina, R. rubiginosa): una revisión. *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 67-78. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.07>
- Fredes, C. (2009). Antioxidants in Chilean native berries. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(6), 469-478.
- Fredes, C., Osorio, M. J., Parada, J., & Robert, P. (2018). Stability and bioaccessibility of anthocyanins from maqui (*Aristotelia chilensis* Mol. Stuntz) juice microparticles. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 549-556. [doi:10.1016/j.lwt.2018.01.090](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.090)
- Fredes, C., Parada, A., Salinas, J., & Robert, P. (2020). Phytochemicals and Traditional Use of Two Southernmost Chilean Berry Fruits: Murta (*Ugni molinae* Turcz) and Calafate (*Berberis buxifolia* Lam.). *Foods*, 9(1), 54. <https://doi.org/10.3390/foods9010054>
- García-Milla, P., Peñalver, R., & Nieto, G. (2024). A Review of the Functional Characteristics and Applications of *Aristotelia chilensis* (Maqui Berry) in the Food Industry. *Foods*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/foods13060838>
- Gironés-Vilaplana, A., Mena, P., García-Viguera, C., & Moreno, D. (2012). A novel beverage rich in antioxidant phenolics: maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and lemon juice. *LWT - Food Science and Technology*, 47, 279-286. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.020>
- Gironés-Vilaplana, A., Mena, P., Moreno, D., & García-Viguera, C. (2014). Evaluation of sensorial, phytochemical and biological properties of new isotonic beverages enriched with lemon and berries during shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 1090-1100
- Guerra, M., Díaz, X., Madrigal, L., & Hidalgo, G. (2011). Caracterización físico-química del fruto de la palma de Moriche (*mauritia flexuosa*) y de harina del tronco. *Agro*, 1-12.
- Issis, Q. F., Antonio, V. G., Elsa, U., Valeria, V., Nicole, C., & Jacqueline, P. (2019). Vacuum drying application to maqui (*Aristotelia chilensis* Mol Stuntz) berry: Weibull distribution for process modelling and quality parameters. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 56(4), 1899-1908. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03653-5>
- Kalt, W., Cassidy, A., Howard, L. R., Krikorian, R., Stull, A. J., Tremblay, F., & Zamora-Ros, R. (2020). Recent Research on the Health Benefits of Blueberries and Their Anthocyanins. *Advances in Nutrition*, 11(2), 224-236. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz065>
- Mattson, M. G., Sozzi, A., Corfield, R., Gagneten, M., Franceschinis, L., Schebor, C., & Salvatori, D. (2022). Colorant and antioxidant properties of freeze-dried extracts from wild berries: use of ultrasound-assisted extraction method and drivers of liking of colored yogurts. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 59(3), 944-955. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05096-3>
- Ministerio de Salud, & Chile., R. d. (1997). Reglamento Sanitario de los Alimentos. *Minsal*, 1-181.
- Miranda-Rottmann, S., Aspíllaga, A., Pérez, D., Vasquez, D., Martínez, A., & Leighton, F. (2002). Juice and phenolic fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation in vitro and protect human endothelial cells against oxidative stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1-6), 7542-7547.
- Misle, A. E., Garrido, G. E., Contardo, P. H., & Kahlaoui, B. (2023). Geographic variation in total phenol content and specific leaf area, as antioxidant indicators of maqui in central Chile. *Bioagro*, 35(3), 227-236. <https://doi.org/10.51372/bioagro353.6>
- Nowak, D., Goslinski, M., Przygonski, K., & Wojtowicz, E. (2018). The antioxidant properties of exotic fruit juices from acai maqui berry and noni berries. *European Food Research and Technology*, 244(11), 1897-1905. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3102-8>
- Official Methods Of Analysis, A. (1990). Association of Official Analytical Chemists. In International. (Ed.), *Agricultural chemicals contaminants drugs* (15 ed., Vol. 1, pp. 1-771). Arlington, Virginia 22201 USA: Kenneth Helrich.
- Prada-Muñoz, J., & Coy-Barrera, E. (2024). Targeted Anthocyanin Profiling of Fruits from Three Southern Highbush Blueberry Cultivars Propagated in Colombia. *Molecules*, 29(3). <https://doi.org/10.3390/molecules29030691>
- Quevedo-León, R., Bastías-Montes, J. M., Uquiche, E., Lespinaud, A., Muñoz-Fariña, O., & Espinoza-Tellez, T. (2023). Quality changes in Murta (*Ugni molinae*) under frozen home storage. *AgroScience Research*, 1(1), 13-20. <https://doi.org/10.17268/agrosoci.2023.002>
- Quevedo, R., Valencia, E., Pedreschi, F., Díaz, O., Bastías-Montes, J., Siche, R., & Muñoz, O. (2020). Kinetic deterioration and shelf life in Rose hip pulp during frozen storage. *Journal of Berry Research*, 10(2), 133-143. <https://doi.org/10.3233/JBR-190382>
- Ramírez, M., Geracitano, L., Marti, D., & Henriques, A. (2009). Efectos beneficiosos de extractos de frutas rojas y de sus antocianos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(6), 456-468.

- Romero-González, J., Ah-Hen, K. S., Lemus-Mondaca, R., & Muñoz-Fariña, O. (2020). Total phenolics, anthocyanin profile and antioxidant activity of maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, berries extract in freeze-dried polysaccharides microcapsules. *Food Chemistry*, 313. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126115>
- Salar, F. J., Agulló, V., García-Viguera, C., & Domínguez-Perles, R. (2020). Stevia vs. Sucrose: Influence on the Phytochemical Content of a Citrus-Maqui Beverage-A Shelf Life Study. *Foods*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/foods9020219>
- Salar, F. J., Díaz-Morcillo, A., Fayos-Fernández, J., Monzó-Cabrera, J., Sánchez-Bravo, P., Domínguez-Perles, R., Fernández, P. S., García-Viguera, C., & Periago, P. M. (2024). Microwave Treatment vs. Conventional Pasteurization: The Effect on Phytochemical and Microbiological Quality for Citrus-Maqui Beverages. *Foods*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/foods13010101>
- Sawicki, T., Baczek, N., & Starowicz, M. (2020). Characterisation of the total phenolic, vitamins C and E content and antioxidant properties of the beebread and honey from the same batch. *Czech Journal of Food Sciences*, 38(3), 158-163. <https://doi.org/10.17221/312/2019-cjfs>
- Schmidt-Hebbel, H., Pennacchiotti, I., Masson, L., & Mella, M. (1990). Tabla de composición química de alimentos chilenos. *Facultad de Ciencias Químicas y Farmaceutica*, 8, 1-62.
- Sobaszek, P., Rózyło, R., Dziki, L., Gawlik-Dziki, U., Biernacka, B., & Panasiewicz, M. (2020). Evaluation of Color, Texture, Sensory and Antioxidant Properties of Gels Composed of Freeze-Dried Maqui Berries and Agave Sugar. *Processes*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/pr8101294>
- Stone, H., & Sidel, J. (2004). Sensory Evaluation Practices. *Food Science and Technology*, 3a edición
- Stückrath, R., & Petzold, G. (2007). Formulación de una Pasta Gelificada a Partir del Descarte de Arándanos (*Vaccinium corymbosum*). *Información Tecnológica*, 18(2), 53-60.
- Tan, S. W., Pan, S. J., Zhu, S. Q., Wei, W., & Sun, D. J. (2023). Protective effect of anthocyanins from blueberry on fluoride-induced immune system injury in wistar rats. *Fluoride*, 56(3), 217-243.
- Torres, A., Seguel, I., Contreras, G., & Castro, M. (1999). Physico-chemical characterization of murta (murtilla) fruit (*Ugni molinae* Turcz.). *Agric. Téc.*, 59(4), 260-270.
- Torres, R. D. D., & Cilia-Lopez, V. G. (2022). Antioxidant capacity of commercial cranberry juices before and after storage at low temperature. *Ciencia Ergo-Sum*, 29(3). <https://doi.org/10.30878/ces.v29n3a8>
- Zawawi, N., Chong, P. J., Tom, N. N. M., Anuar, N. S. S., Mohammad, S. M., Ismail, N., & Jusoh, A. Z. (2021). establishing relationship between vitamins, total phenolic and total flavonoid content and antioxidant activities in various honey types. *Molecules*, 26(15). <https://doi.org/10.3390/molecules26154399>

