



Elaboración y evaluación de jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) por arrastre de vapor

Elaboration and evaluation of maqui juice (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) by steam drag

Ximena Araneda; Elisa Quilamán; María Martínez; Daniza Morales

Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Temuco. Rudecindo Ortega, 02950, Temuco, Chile.

Recibido 16 julio 2014. Aceptado 21 septiembre 2014.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue elaborar y evaluar jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz), para ser considerado potencialmente como una bebida funcional de origen natural, sin aditivos químicos y mínimo procesamiento, mediante la técnica de arrastre por vapor de tipo artesanal. Se utilizó fruto recolectado de forma manual en la Región de La Araucanía (Chile). Se elaboraron dos jugos concentrados, con azúcar y sin azúcar. Se realizaron análisis tales como: contenido de sólidos solubles, pH, acidez, contenido de humedad, materia seca (MS), cenizas totales, azúcares totales (AT), proteína cruda (PC), polifenoles totales (PFT) y carbohidratos totales (CHT), destacando el contenido de polifenoles para el jugo sin azúcar con 993,2 mg 100 mL⁻¹ EAG y para el jugo con azúcar con 829,208 mg 100 mL⁻¹ EAG. Por lo tanto, la técnica permite extraer jugo de maqui con un mínimo procesamiento, presentando éste una alta concentración de polifenoles.

Palabras clave: *Aristotelia chilensis*, jugo, polifenoles.

Abstract

The aim of this study was develop and evaluate maqui juice (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz), to be potentially considered as a functional beverage of natural origin, without chemical additives and minimally processed, using the technique of steam drag of type artisanal. Fruit harvested manually was used in the Region of The Araucanía (Chile). Two juice concentrates with sugar and without sugar were produced. Analyzes such as were conducted: content of soluble solids, pH, acidity, moisture content, dry matter (DM), total ash, total sugars (AT), crude protein (PC), total polyphenols (PFT) and total carbohydrates (CHT), the polyphenol content highlighting for unsweetened juice with 993.2 mg 100 mL⁻¹ EAG and juice with sugar 829.208 mg 100 mL⁻¹ EAG. Therefore, the technique allows to extract juice with minimal processing machin, presenting this high concentration of polyphenols.

Keywords: *Aristotelia chilensis*, juice, polyphenols.

1. Introducción

Dado el interés de los consumidores por demandar alimentos saludables, sin conservantes sintéticos y que proporcionen beneficios a la salud, como los polifenoles (Manach *et al.*, 2005), en los últimos años se han explorado nuevos y exóticos compuestos naturales con propiedades antioxidantes, como las bayas, debido a su impacto positivo en la salud humana (Schreckinger *et al.*, 2010), siendo los compuestos fenólicos, como flavonoides,

ácidos fenólicos y antocianinas los más buscados debido a estas propiedades, las cuales neutralizan la acción de los radicales libres, evitan o retardan los procesos de peroxidación lipídica y presentan actividad antiinflamatoria (Céspedes *et al.*, 2010a). En este sentido, el consumo de frutas rojas y berries con un alto contenido polifenólico, principalmente flavonoides (Nohynek *et al.*, 2006) aportan una gran cantidad de antioxidantes naturales de origen vegetal, que son

* Autor para correspondencia
E-mail: xaraneda@uct.cl (X. Araneda).

capaces de prevenir la incidencia de enfermedades degenerativas (Avello y Suwalsky, 2006; Schroeter *et al.*, 2006; Guerrero *et al.*, 2010; Ojeda *et al.*, 2011; Quiñones *et al.*, 2012).

Es así, como se han estudiado las propiedades que poseen los frutos de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz), y sus beneficios para la salud, siendo validados nacional como internacionalmente (Rottmann *et al.*, 2002; Escribano-Bailón *et al.*, 2006; Rojano *et al.*, 2009; Céspedes *et al.*, 2010b; Fredes y Montenegro, 2011; Alonso, 2012), destacando su alto contenido polifenólico como los flavonoles y antocianinas, las que son responsables del color púrpura del fruto (Escribano-Bailón *et al.*, 2006; Ojeda *et al.*, 2011), con fuerte poder antioxidante *in vitro*, actividad antiinflamatoria y cardioprotectora (Céspedes *et al.*, 2008; Schreckinger *et al.*, 2010), lo que ha provocado un aumento exponencial en la demanda nacional e internacional de este fruto, desde el año 2006, aumentando de 733 kg a más de 50.000 kilos el 2011 (Fundación Chile, 2012), utilizado para hacer mermeladas y jugos frescos con agua y azúcar, o usados secos y molidos (Escribano-Bailón *et al.*, 2006; Alonso, 2012), destacando los jugos como alimentos funcionales al proporcionar una serie de componentes potencialmente beneficiosas para la salud al ser ricos en polifenoles (Roberfroid, 2002; Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012a), principalmente antocianinas, derivados cinámicos y flavonoides, involucrados en el mecanismo de acción antioxidante y con una buena estabilidad en el tiempo (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012a; 2012b). Por lo tanto, la realización de análisis fitoquímicos del maqui, han sido de mucha importancia debido a la rica composición fenólica encontrada, siendo la identificación de sus estructuras químicas las que pueden tener un papel en el futuro para el mantenimiento de la salud humana y la nutrición (Céspedes *et al.*, 2010b).

A raíz de lo anteriormente mencionado se trabajó en la elaboración de un jugo de maqui mediante técnica por arrastre de vapor de tipo artesanal, con el objetivo de evaluar sus propiedades bromatológicas para ser considerado potencialmente como una bebida funcional de origen natural, sin aditivos químicos y mínimo procesamiento.

2. Material y métodos

Elaboración del jugo de maqui por arrastre de vapor

Los frutos fueron colectados en el sector de Estación Boroa (Región de La Araucanía, Chile) y trasladados al Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Temuco. El jugo sin azúcar se elaboró con 2,1 kg del fruto congelado a -18°C. El jugo con azúcar con la misma cantidad adicionando 250 g de azúcar de mesa. La extracción del jugo de maqui fue realizado por arrastre por vapor de forma artesanal. Esta técnica, utilizada en la industria de aceites esenciales, es sencilla y de bajo costo, opera cerca de los 100°C, generando buenos rendimientos (Olaya y Mendez, 2003) y es utilizada para separar sustancias ligeramente volátiles e insolubles en agua (Solano *et al.*, 1991). El proceso se realizó con una olla de acero inoxidable, diseñada para la extracción del líquido de la fruta, con receptáculos en su interior apilables y acoplados individualmente de forma vertical (Figura 1A). El sistema consiste en aplicar una fuente de calor en la parte inferior de la olla, la cual contiene agua, el vapor caliente alcanza los frutos de abajo hacia arriba provocando su ablandamiento y precipitación en un receptáculo menor, adecuado con una malla metálica para permitir la libre circulación y subida del vapor al depósito superior donde está almacenada la fruta (Figura 1B). El jugo fue almacenado en botellas de vidrio previamente esterilizadas en autoclave (marca SPEEDY AUTOCLAVS) a 115°C por 15 minutos y tapas de hule para sellar las botellas conteniendo el jugo de maqui.

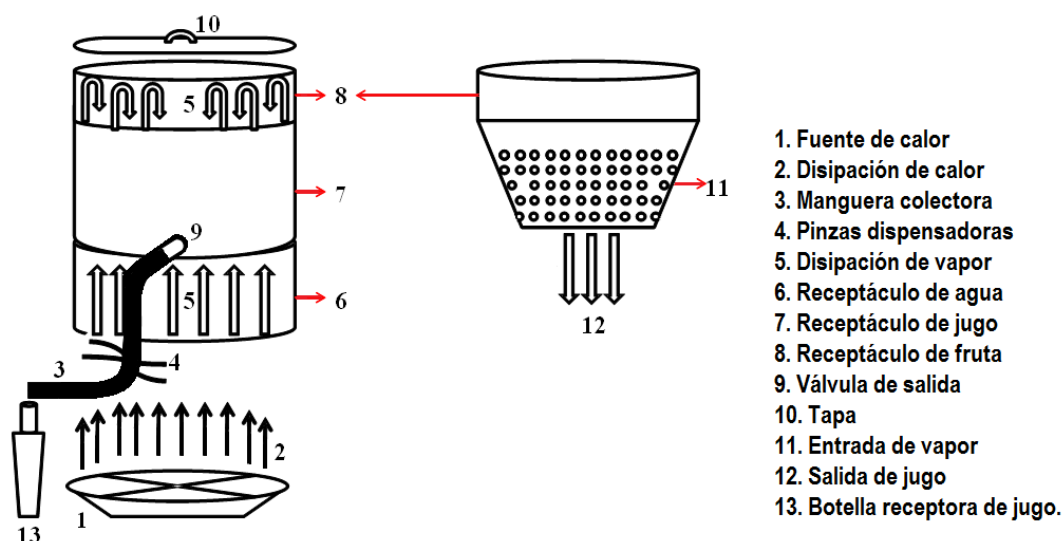


Figura 1. Sistema de arrastre por vapor utilizado en el experimento.

Determinación de sólidos solubles

Para determinar grados Brix del jugo por arrastre de vapor se utilizó un refractómetro manual, que se calibró con solución de glucosa al 6% antes de las mediciones.

Determinación del pH y acidez

El pH del jugo de maqui fue medido usando pHmetro (Thomas Scientific, model TS-625) previamente calibrado con solución buffer de pH 4 y 7. Se tomaron 5 mL de la muestra de jugo de maqui repitiendo la lectura de las muestras cuatro veces para obtener un valor promedio. El contenido de acidez se expresó con en el porcentaje del ácido correspondiente a la composición del jugo mediante el volumen de NaOH gastados en la titulación.

Determinación de la humedad, materia seca y cenizas totales

La humedad se determinó por desecación en estufa, a una temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 8 h. Para la determinación de materia seca, se trabajó bajo los fundamentos del análisis Weende. Para obtener el contenido de cenizas del jugo con y sin azúcar se tomó el peso de 5 mL de cada uno en crisoles previamente tarados, una vez pesadas se calcinaron las muestras a 550°C en la mufla durante 8 h, calculando luego el porcentaje de cenizas (Matissec *et al.*, 1998).

Determinación Azúcares totales

Para determinar la cantidad de azúcares totales del jugo de maqui se utilizó el método reductométrico de Luff-Schoorl para zumos, bebidas y vinos (Matissec *et al.*, 1998). Para la preparación de la muestra se mezcló con 5 mL de disolución Carrez I. Tras la adición de 5 mL de disolución de Carrez II, se volvió a mezclar, se enrasó con agua destilada y se filtró. Luego se tomaron 25 mL de disolución de Luff a un matraz Erlenmeyer de 300 mL a los que se le añadió 25 mL de muestra, luego, se calentó sobre una placa precalentada (Velp Científica) y se llevó a ebullición durante 10 min y después se enfrió con agua. Una vez fría a la disolución azul-verdosa, se añadieron 3 g de yoduro de potasio, agitando cuidadosamente y 25 mL de ácido sulfúrico al 25%. A continuación, se valoró con la disolución de tiosulfato sódico (1 N) hasta que apareció una coloración amarilla mate, continuando, con la adición de la disolución indicadora de almidón (1%), hasta que la coloración azul desapareció. La cantidad de sacarosa de la muestra se calculó por diferencias entre azúcar después de la inversión de la muestra (Ecuación 1) con ácido clorhídrico y luego se neutralizó con NaOH (Matissec *et al.*, 1998).

$$A_s = (A_d - A_a) * 0,95 \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

A_d : azúcar invertido total después de la inversión en g L^{-1} o %.

A_a : azúcar directamente reductor antes de la inversión en g L^{-1} o %.

$(A_d - A_a)$: azúcar invertido.

0,95: factor de conversión de 2 moles de monosacáridos en 1 mol de disacárido (debe tenerse en cuenta la pérdida de 1 mol de H_2O).

Determinación de proteína cruda

La determinación de proteínas se realizó mediante el método Kjeldahl (Matissek *et al.*, 1998).

Determinación polifenoles totales

Para analizar el contenido de polifenoles del jugo de maqui con y sin azúcar además de la harina o polvo de maqui se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Georgé *et al.* (2005), usando ácido gálico como estándar. La absorbancia de las muestras se leyó a 760 nm en un espectrofotómetro UV visible (marca Optizen Pop), expresando los resultados como equivalente de ácido gálico (EAG). El análisis se realizó con cuatro repeticiones por muestra.

Determinación de carbohidratos totales

Para poder cuantificar los carbohidratos presentes en el jugo se trabajó con el método fenol-ácido sulfúrico propuesto por Dubois *et al.* (1956). Se diluyeron las muestras en agua tibia y homogenizaron en un agitador (marca SCI LOGEX) por 30 minutos. Para el análisis de las muestras del jugo con y sin azúcar, se tomó 1 mL de cada uno y se aforó a 50 mL con agua destilada. Las lecturas de absorbancia se realizaron después de dejar reposar, adicionando 5 mL de ácido sulfúrico más 0,05 mL de fenol al 80% (p/v) más 0,1 mL de la muestra ya diluida, siendo enumeradas y agitadas nuevamente en un vórtex para luego dejarlas enfriar por 30 min a temperatura ambiente. Una vez transcurrido el tiempo las muestras fueron leídas por un espectrofotómetro UV visible (marca spectronic 20 D+) generando una curva patrón, para lo cual se preparó una

solución estándar con glucosa a una concentración de 1 mg mL^{-1} .

Análisis de datos

Los resultados del análisis del jugo de maqui fueron analizados con estadística descriptiva, mediante Excel 2007. Las muestras tomadas fueron repetidas cuatro veces.

3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los resultados obtenidos del análisis físico-químico del jugo de maqui con y sin azúcar.

Tabla 1

Resultados análisis físico-químicos obtenidos del jugo de maqui con y sin azúcar

Parámetro	Jugo con azúcar	Jugo sin azúcar
Sólidos solubles (°Brix)	22 $\pm 1,87$	14 $\pm 1,79$
pH	3,78 $\pm 1,03$	3,35 $\pm 0,23$
Acidez (%)	0,95 $\pm 0,13$	0,85 $\pm 0,14$
Humedad (%)	75,22 $\pm 1,49$	86,60 $\pm 0,84$
Materia seca (%)	24,78 $\pm 0,27$	13,40 $\pm 0,13$
Cenizas (g)	0,51 $\pm 0,02$	0,44 $\pm 0,04$
Sacarosa ($\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$)	19,32 $\pm 1,71$	16,57 $\pm 0,65$
Azúcares reductores ($\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$)	39,66 $\pm 1,90$	6,8 $\pm 0,22$
Azúcares invertidos totales ($\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$)	58,98 $\pm 1,98$	23,37 $\pm 0,69$
Proteína cruda (%)*	0,40 $\pm 0,01$	0,19 $\pm 0,01$
Polifenoles totales ($\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ EAG)	829,22 $\pm 25,86$	993,21 $\pm 54,87$
Polifenoles totales ($\text{mg EAG g}^{-1} \text{ MS}^{-1}$)	33,46 $\pm 2,22$	74,10 $\pm 1,08$
Carbohidratos totales (%)	3,41 $\pm 0,47$	1,51 $\pm 0,44$

\pm : desviación estándar. *Nitrógeno x 6,25.

Sólidos solubles

En relación al contenido de sólidos solubles (Tabla 1), los resultados obtenidos en el jugo de maqui son bajos si se comparan con los °Brix de los frutos frescos según lo indicado por González (2009) quien reportó valores de 26,9°Brix.

Esto se debe a que los frutos de este estudio durante su almacenamiento se encontraban congelados, y durante este proceso se forman cristales de hielo que producen perforación de la membrana celular, afectando la calidad del producto congelado, y que durante su descongelación pueden provocar pérdidas importantes de nutrientes (Barreiro y Sandoval, 2006), además, de no existir un parámetro de índice de madurez para estimar el momento óptimo de cosecha del fruto. En este sentido, Fredes y Montenegro (2011) señalan que el momento óptimo para cosechar el fruto de maqui es cuando éste tome un color morado oscuro, debido a la acumulación de azúcares, que es cuando aumentan los sólidos solubles durante la maduración de éste (Fredes *et al.*, 2012). Sin embargo, si estos valores se comparan con otros jugos, los valores obtenidos en este estudio son mayores a lo reportado por Gironés-Vilaplana *et al.* (2012a) quienes obtuvieron entre 4 a 9,20 °Brix en mezclas de jugos con maqui.

pH

Los valores de pH reportados en este estudio fueron de 3,78 y 3,35 en jugo con azúcar y sin azúcar, respectivamente, similar a lo obtenido en frutos frescos de maqui por González (2009) quien obtuvo valores de 3,7%, lo que demuestra que al concentrar el jugo no se afecta el pH manteniéndose ligeramente ácido y conservando las características de autenticidad de la fruta (Tabla 1). Similar al pH de otros berries como murtilla fresca (*Ugni molinae* Turcz) (3,42%) (Seguel *et al.*, 2009). Sin embargo, estos resultados son mayores a los obtenidos por Gironés-Vilaplana *et al.* (2012a), quienes en preparación de bebidas isotónicas reportaron que en los controles enriquecidos con maqui al 2,5% y 5% obtuvieron valores de 2,49 y 2,52, respectivamente.

Acidez

Comparado con investigaciones de González (2009), el contenido de acidez por cada 100 g de peso fresco de maqui es de 1,4% de ácido cítrico, valor relativa-

mente más alto al obtenido en este estudio (Tabla 1), y más ácido a lo reportado por Gironés-Vilaplana *et al.* (2012a) quienes obtuvieron valores de acidez titulable en jugos con maqui de 2,89 a 6,03 g ácido cítrico 100 mL⁻¹ de jugo.

Humedad y materia seca

Según González (2009), el contenido de humedad del fruto fresco de maqui es de un 57%, mientras que en este estudio los valores de humedad fueron mucho mayores (Tabla 1). En cuanto a la materia seca los valores para el jugo con azúcar fueron más elevados que el jugo sin azúcar, debido a que se le adicionó azúcar de mesa durante su extracción otorgándole mayor densidad. Sin embargo, los resultados son similares a lo reportado por Damascos *et al.* (2008), quienes reportaron 15,95 g 100 frutos⁻¹ de peso seco en frutos de maqui. Según estudios realizados por Smith (2007) las jaleas, mermeladas y conservas son productos estables debido a que son ricos en sólidos y azúcar, tal como el jugo de maqui que presenta buena estabilidad en el tiempo (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012a).

Cenizas totales

Según González (2009), el contenido de cenizas para 100 g de fruto fresco es de un 2,4%, mientras que el jugo concentrado de maqui en este estudio presentó valores mucho más bajos (Tabla 1), debido a que se trata sólo del extracto del fruto sin incluir la semilla y el epicarpio del maqui. No obstante, 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 *et al.*, 1992), caracterizado por ser rico en minerales tales como Fe, Ca y K (Damascos *et al.*, 2008). En este sentido, Medina y Pagano (2003) señalan que el contenido de cenizas está asociado al contenido mineral del suelo, por lo tanto, está relacionado con el manejo agronómico que se le den a las plantaciones.

Contenido de azúcares totales

Según las investigaciones realizadas por González (2009) en 100 g de peso fresco

de frutos de maqui, éste contiene 41,2 g 100 g⁻¹ de azúcares reductores y 42,8 g 100 g⁻¹ de azúcar total, mientras que el análisis realizado al jugo concentrado de maqui con azúcar (Tabla 1), los azúcares totales son mucho más altos, lo que se explica por la adición de azúcar de mesa en el proceso de elaboración.

Proteína cruda

Estudios realizados por Schmidt *et al.* (1992); Alonso (2012) señala que el contenido de proteínas es de 0,8 g 100 g⁻¹ de la parte comestible del fruto de maqui, sin embargo, para esta investigación los valores de proteínas fueron algo menores (Tabla 1), fluctuando entre 0,1 y 0,4% respectivamente, debido a que el análisis no corresponde a toda la parte comestible del fruto, sino que corresponde sólo al extracto, siendo los valores bajos en proteínas.

Polifenoles totales

El maqui se caracteriza por ser una fuente importante de compuestos polifenólicos, observándose valores de 45,7 ± 1,1 mg EAG g⁻¹ MS⁻¹ (Rubilar *et al.*, 2011). En este caso, el contenido de polifenoles totales para ambos jugos (con azúcar y sin azúcar de maqui) son elevados (Tabla 1) en comparación con otros jugos como el jugo de maqui y limón que contienen entre 62,97 a 243,64 mg EAG 100 mL⁻¹ (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012a) y mezclas isotónicas de maqui, que muestran altos contenidos de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu con valores de 80,97 mg 100 mL⁻¹ de ácido gálico (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2014). Según Ramírez *et al.* (2009) un producto con un elevado contenido de polifenoles de origen vegetal, es un producto saludable y considerado como alimento funcional. Tal como el maqui, considerada como la baya exótica más sana, debido a su concentración particularmente elevada de polifenoles bioactivos (Céspedes *et al.*, 2008; Schreckinger *et al.*, 2010).

Según Ramírez *et al.* (2009) y Quiñones *et al.* (2012) la elaboración de alimentos con una elevada concentración de compuestos

fenólicos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes artificiales obteniendo de esta forma alimentos más saludables. Es así, como la elaboración de nuevas mezclas de jugo enriquecido con diferentes bayas comestibles revela una amplia gama de compuestos fenólicos bioactivos, siendo el jugo de limón con maqui la mezcla más interesante en términos de capacidad antioxidante, existiendo potencial interés como bebida nutritiva para la salud de enfermedades crónicas (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012b). Como consecuencia de la acción antioxidante del jugo concentrado de maqui y sus derivados, que depende del contenido y el tipo de polifenoles totales (Rottmann *et al.*, 2002; Fredes *et al.*, 2012), es posible prevenir enfermedades cardíacas, al poseer efectos vasodilatadores, antibióticos, antiinflamatorios, antiapoptóticos, propiedades antiaterogénicas y prevenir el cáncer de colon (Rottmann *et al.*, 2002; Dell'Agli *et al.*, 2004; Schroeter *et al.*, 2006; Ojeda *et al.*, 2011), así como también poseer un posible efecto protector para la prevención de enfermedades de la retina (Tanaka *et al.*, 2013).

Sin embargo, hay que tener presente que el contenido total de polifenoles no siempre es igual, puede ser mayor o menor dependiendo de la madurez del fruto al momento de la cosecha, el tipo de clima, las condiciones de almacenaje y genotipo (Fredes y Montenegro, 2011; Fredes *et al.*, 2012), luminosidad y temperatura (González, 2009) y el método de extracción, ya que muchas veces el método de Folin-Ciocalteu no es el más adecuado para determinar polifenoles totales, debido a que el reactivo reacciona no sólo con compuestos fenólicos, sino también con una variedad de compuestos no fenólicos (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012a).

Carbohidratos totales

En general, el contenido de carbohidratos totales fueron bajos (Tabla 1), ya que en el caso de los jugos al poseer un contenido de materia seca baja, aumenta el contenido de humedad disminuyendo el contenido de

carbohidratos, proteínas y lípidos (Sagñay, 2009). Por lo tanto, la elaboración de nuevas bebidas alimenticias con alto valor nutricional que promueven la salud, como el jugo de maqui, es factible de producir (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2012b) y utilizar como suplemento nutricional o medicinal (Rubilar *et al.*, 2011), con atractivo color y buenos atributos sensoriales (Gironés-Vilaplana *et al.*, 2014).

4. Conclusiones

La técnica implementada de arrastre por vapor permite extraer jugo de *A. chilensis*, con un mínimo procesamiento, presentando además, una alta concentración de polifenoles lo cual podría estar asociado a una propiedad funcional de este producto.

5. Referencias bibliográficas

- Alonso, J. 2012. Maqui (*Aristotelia chilensis*): un nutraceutico chileno de relevancia medicinal. Revista de Farmacología de Chile 5(2): 95-100.
- Avello, M.; Suwalsky, M. 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Revista Atenea 494: 161-172.
- Barreiro, J.; Sandoval, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Editorial Equinoccio, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- Céspedes, C.L.; El-Hafidi, M.; Pavon, N.; Alarcón, J. 2008. Antioxidant and cardioprotective activities of phenolic extracts from fruits of chilean blackberry *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae) maqui. Food Chemistry 108: 820-829.
- Céspedes, C.; Alarcón, J.; Gavila, G.; Nieto, A. 2010a. Antiinflammatory activity of *Aristotelia chilensis* Mol. (Stuntz) (Elaeocarpaceae). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 9: 127-135.
- Céspedes, C.; Valdez, M.; Ávila, J.; El-Hafidi, M.; Alarcón, J.; Paredes, O. 2010b. Phytochemical profile and the antioxidant activity of chilean wild black-berry fruits *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz (Elaeocarpaceae). Food Chemistry 119: 886-895.
- Damascos, M.; Arribere, M.; Svriz, M.; Bran, D. 2008. Fruit mineral contents of six wild species of the North Andean Patagonia, Argentina. Biological Trace Element Research 125: 72-80.
- Dell'Agli, M.; Busciala, A.; Bosisio, E. 2004. Vascular effects of wine polyphenols. Cardiovascular Research 63: 593-602.
- Dubois, M.; Gilles, K.; Hamilton, J.; Rebers, P.; Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Analytical Chemistry 28(3): 350-356.
- Escribano-Bailón, M.T.; Alcalde-Eon, C.; Muñoz, O.; Rivas-Gonzalo, J.C.; Santos-Buelga, C. 2006. Anthocyanins in berries of maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). Phytochemical Analysis 17(1): 8-14.
- Fredes, C.; Montenegro, G. 2011. Maqui: el súper fruto chileno. Revista de Agronomía y Forestal N° 43 p. 18-20.
- Fredes, C.; Montenegro, G.; Zoffoli, J.P.; Gómez, M.; Robert, P. 2012. Polyphenol content and antioxidant activity of maqui (*Aristotelia chilensis* Molina Stuntz) during fruit development and maturation in Central Chile. Chilean Journal of Agricultural Research 72(4): 582-589.
- Fundación Chile. 2012. Demanda de maqui crece en forma exponencial. Disponible en: <http://www.fundacionchile.com/noticias/filtro.areas/no%7Cene%7Cagu%7Cbio%7Cacu%7Cmet%7Cedu%7Cinn%7Cemp%7Cdig#detalle/-emp-ajax-detalle-noticia-area/detalle-area.index/679>.
- Georgé, S.; Brat, P.; Alter, P.; Amiot, M.J. 2005. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived products. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 1370-1373.
- Gironés-Vilaplana, A.; Mena, P.; García-Viguera, C.; Moreno, D. 2012a. A novel beverage rich in antioxidant phenolics: maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and lemon juice. LWT – Food Science and Technology 47: 279-286.
- Gironés-Vilaplana, A.; Valentao, P.; Moreno, D.; Ferreres, F.; García-Viguera, C.; Andrade, P. 2012b. New beverages of lemon juice enriched with the exotic berries maqui, açai, and blackthorn: bioactive components and *in vitro* biological properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60(26): 6571-6580.
- 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.
- González, G. 2009. Libro de valorización: resultados y lecciones en productos agroindustriales ricos en antioxidantes, a base de berries nativos. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Chile.
- Guerrero, J.; Ciampi, L.; Castilla, A.; Medel, F.; Schalchli, H.; Hormazabal, E.; Bensch, E.; Alberdi, M. 2010. Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile. Chilean Journal of Agricultural Research 70(4): 537-544.
- Manach, C.; Williamson, G.; Morand, C.; Scalbert, A.; Rémésy, C. 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. American Journal of Clinical Nutrition 81: 230S-242S.
- Matissek, R.; Schnepel, F.; Steiner, G. 1998. Análisis de los alimentos: fundamentos, métodos y aplicaciones. Editorial Acirbia S.A. Zaragoza-España.
- Medina, M.; Pagano, G. 2003. Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo "criolla roja". Revista de la Facultad de Agronomía 20(1): 72-86.
- Nohynek, L.; Alakomi, H.; Kahkonen, M.; Heinonen, M.; Helander, I.; Oksman, K.; Puupponen, R. 2006. Berry phenolics: antimicrobial properties and mechanisms of

- action against severe human pathogens. *Nutrition and Cancer* 54: 18-32.
- Ojeda, J.; Jara, E.; Molina, L.; Parada, F.; Burgos, R.; Hidalgo, M.; Hancke, J. 2011. Effects of *Aristotelia chilensis* berry juice on cyclooxygenase 2 expression, NF- κ B, NFAT, ERK1/2 and PI3K/Akt activation in colon cancer cells. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 10(6): 543-552.
- Olaya, J.; Mendez, J. 2003. Guía de plantas y productos medicinales. Convenio Andrés Bello. Bogotá.
- Quiñones, M.; Miguel, M.; Alexandre, A. 2012. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria* 27(1): 76-89.
- 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.
- Roberfroid, M. 2002. Global view on functional foods: European perspectives. *British Journal of Nutrition* 88(2): 133-138.
- Rojano, B.; Lopera, Y.; Tamayo, A.; Mosquera, A.; Galeano, P.; Lobo, M.; Medina, C.; Sanchez, N.; Ochoa, C.; Gavira, C. 2009. Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8(6): 519-528.
- Rottmann, M.; Aspillaga, A.; Pérez, D.; Vasquez, L.; 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(26): 7542-7547.
- Rubilar, M.; Jara, C.; Poo, Y.; Acevedo, F.; Gutiérrez, C.; Sineiro, J.; Shene, C. 2011. Extracts of maqui (*Aristotelia chilensis*) and murta (*Ugni molinae* Turcz.): sources of antioxidant compounds and α -glucosidase/ α -amylase inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(5): 1630-1637.
- Sañay, N. 2009. Control de calidad de frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por método de microondas a tres potencias. Tesis Bioquímico Farmacéutico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Schmidt, H.; Pennacchiotti, I.; Masson, L.; Mella, M.; Cagalj, A.; Vinagre, J.; Teresa, M.; Oliver, H.; Jaña, W. 1992. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química, Universidad de Chile. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmacuticas/schmidt03/index.html.
- Schreckinger, M. E.; Lotton, J.; Lila, M. A.; de Mejia, E.G. 2010. Berries from South America: a comprehensive review on chemistry, health potential, and commercialization. *Journal of Medicinal Food* 13(2): 233-246.
- Schroeter, H.; Heiss, C.; Balzer, J.; Kleinbongard, P.; Keen, C.; Hollenberg, N.; Sies, H.; Kwk-Urbe, C.; Schmitz, H.; Klem, M. 2006. Epicatechin mediates beneficial effects of flavonol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(4): 1024-1029.
- Seguel, I.; Torralbo, L.; Peñaloza, E.; Scheurmann, E.; Montenegro, A.; France, A.; Shung, K.; San Martín, J.; Espinosa, N. 2009. Murtilla parte 1: La gran promesa de la fruticultura chilena. *Tierra Adentro* N° 87 p. 49-51.
- Smith, D. 2007. Jalea de frutas. Nebraska, EE.UU. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources. Lincoln.
- Solano, E.; Pérez, E.; Tomás, F. 1991. Prácticas de laboratorio de química orgánica. Universidad de Murcia. EDITUM. Murcia.
- Tanaka, J.; Kadekaru, T.; Ogawa, K.; Hitoie, S.; Shimoda, H.; Hara, H. 2013. Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and the constituent delphinidin glycoside inhibit photoreceptor cell death induced by visible light. *Food Chemistry* 139: 129-137.