

Capítulo 6

Potencial de frutales nativos chilenos como fuente de antioxidantes y colorantes

María Teresa Pino^{1*}, Claudia Mc Leod B.², Erwin Domínguez D.², Olga Zamora V.¹, Francisco Álvarez M.¹, Karina Águila M.², Ricardo Pérez Díaz³

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias -INIA- La Platina, CP: 8831314. Santiago, Chile

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias -INIA- Kampenaike. Casilla 277, Punta Arenas, Chile

³ Instituto de Investigaciones Agropecuarias -INIA- La Platina. CP: 8831314. Santiago, Chile (hasta marzo 2020).

*mtpino@inia.cl

6.1 El mercado de las “Superfrutas” crece frente a consumidores más conscientes de la salud y su alimentación

El mercado de las “Superfrutas” procesadas se encuentra en crecimiento y ha cobrado aún mayor relevancia en el contexto de la pandemia de COVID 19, debido a su alto contenido de antioxidantes y otros nutrientes beneficiosos para la salud. Dentro de los beneficios asociados a su consumo se describe la prevención de enfermedades cardíacas, cáncer y también ayudaría a retrasar el proceso de envejecimiento y otros procesos inflamatorios propios de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT). La creciente incidencia de problemas de salud en la población, acompañado de un creciente grupo de consumidores conscientes e interesados en adoptar dietas más saludables, impulsan significativamente el mercado de “Superfrutas”. A nivel mundial, este nicho alcanzó cerca de los USD 45 mil millones de dólares americanos en 2020, y se proyecta una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) cercana al 5.5 % para el año 2026 (*Coherent Market Insights, 2020; Market Data Forecast, 2021*). De acuerdo con los analistas, este aumento también estaría impulsado por la mayor demanda por alimentos

listos para consumir (*Ready To Eat*) y bebidas listas para beber (*Ready To Drink*). Algunas de las “Superfrutas” más populares incluyen açai, granada, cranberries (arándano rojo), arándanos, frambuesas, maqui berry, entre otros.

Este tipo de “Superfrutas” es comercializado en diversos formatos: polvo, líquido, congelado e incluso envasados para aplicaciones en alimentos para bebés o “babyfood”. También suelen encontrarse en snacks, jugos, bebidas deportivas, bebidas saborizadas, agua fortificada, suplementos dietéticos, alimentos funcionales, además de la industria cosmética.

Del mismo modo, se comercializan como pulpas y concentrados para su uso como saborizantes naturales, colorantes naturales y Foodcoloring en formato líquido altamente concentrado (>60°BRIX), o en formato polvo (secado por atomización y liofilizado). Se proyecta para el año 2027, que los productos basados en “superfrutas” alcanzarán valores sobre USD 70 mil millones de dólares americanos (Coherent Market Insights, 2020). Las principales empresas que dominan el mercado global de las “superfrutas” procesadas buscan diversificar su cartera de productos y expandir sus negocios en los mercados emergentes, a través de fusiones estratégicas y adquisiciones. Las principales limitantes asociadas a su expansión se encuentran asociadas a los altos costos de producción, altos costos de cosecha, costos de procesamiento y almacenamiento. Otra gran limitante es la falta de conocimiento en el comportamiento de estas especies como cultivos comerciales, ya que, la mayoría de los frutos proviene de colectas silvestres (maqui y açai), lo cual explicaría en parte la falta de uniformidad en términos de sabor y calidad del producto final. Sin duda, estos son algunos de los desafíos a considerar y que podrían limitar su crecimiento en el mercado global proyectado (IICA, 2018).

Un gran desafío que deben enfrentar los frutos nativos o sus derivados en escalamiento comercial es cumplir con las normas internacionales. A modo de ejemplo, para ingresar al mercado europeo se debe dar cumplimiento a la Regulación Europea 2283 (2015/2283), respecto a los alimentos nuevos o “Novel Food” (https://ec.europa.eu/food/safety/novel-food/legislation_en). Esta regulación hace mención a los nuevos alimentos e ingredientes alimentarios que no se utilizaban con estos fines en cantidades significativas antes del 15 de mayo de 1997 en la Unión Europea. Los alimentos o ingredientes alimentarios considerados como Novel Food deberán cumplir con los siguientes requisitos para ingresar a Europa: a) no significar un riesgo para la salud de las personas, b) para reemplazar un alimento existente debe ser nutricionalmente mejor, c) debe estar correctamente

etiquetado y no confundir al consumidor d) la inocuidad y seguridad alimentaria debe estar fundamentada con publicaciones científicas, e) cumplir con las condiciones de uso según el etiquetado de acuerdo a las normas o autorizadas.

Un ejemplo muy interesante para hacer seguimiento es el del açai, fruta amazónica, que comenzó a ser popular en las zonas urbanas del sur de Brasil durante la década de los 60 (**Figura 6.1**). A pesar de, ser un fruto desconocido hace unos 15 años atrás, actualmente su jugo es reconocido como un “superalimento” a nivel mundial. Actualmente, en algunas ciudades de Brasil el consumo de açai es más importante que el de leche, lo cual refleja su presencia e importancia del mercado interno; no obstante, aún se observa un creciente aumento de la demanda con una consecuente alza en los precios. Mientras hace unos pocos años atrás, un litro de jugo de açai costaba 52 centavos de dólar, ahora alcanza los 2,60 dólares. En la actualidad, el consumo de Açai ha traspasado las fronteras de Brasil y se exporta principalmente a EE.UU. (80%), donde se consume como bebida energética, tal como lo hacen en el sur de Brasil. Por otra parte, la demanda externa del açai ha sido impulsada por varias empresas internacionales para el mercado de los súper alimentos; entre los actores destacan Sambazon Inc. (California, USA) que maneja un 80% de las exportaciones de açai hacia Estados Unidos; la Fundación MonaVie (USA), que elabora la bebida nutritiva “Mona Vie”; Açai do Brasil, que exporta a Portugal y al Reino Unido; y Açai Frooty que exporta a China, Argentina, Uruguay, Australia, Holanda, Inglaterra, Suiza, Rusia, Corea, además de Estados Unidos.



Figura 6.1. Fruto y productos de açai (*Euterpe oleracea* Mart) originario de Brasil que se comercializa en distintos países (Fuente: adaptado de <https://www.pngmart.com/>)

Es importante destacar que parte del éxito de este fruto nativo a nivel internacional se explica porque tanto la investigación como innovación han sido apoyada por fondos públicos y privados, lo cual se ve reflejado en el aumento exponencial del número de publicaciones anuales en los últimos 20 años (**Figura 6.2**). Si bien, en Chile se han desarrollado iniciativas tendientes a caracterizar frutos nativos y determinar su potencial en la industria alimentaria, se requieren mayores esfuerzos en I+D+i con una mirada estratégica a largo largo plazo, que permita la valorización y un manejo sostenible del recurso vegetal.

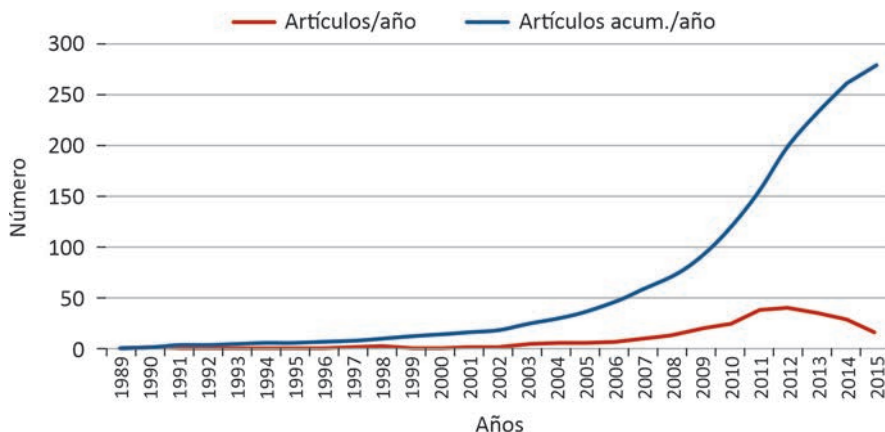


Figura 6.2. Publicaciones sobre açai (*Euterpe oleracea* Mart.) en Scopus entre 1989 y 2015 (Fuente: Scheuermann, 2015).

6.2 Potencial de frutales nativos chilenos

En el contexto de la búsqueda de materias primas para la industria de alimentos, colorantes y antioxidantes, el INIA en la última década ha destinado importantes esfuerzos en caracterizar y evaluar el potencial de algunos frutales nativos, y con ello responder a la necesidad cierta del sector de diversificar su cartera de productos y expandir sus negocios en los mercados emergentes. En este contexto, varios frutales nativos presentes en nuestro país tienen un alto potencial, debido a su alto contenido de antioxidantes y otras propiedades de interés para la industria de alimentos y farmacéutica.

La familia Berberidaceae tiene cerca de 15 géneros y 650 especies, que se distribuyen en las zonas templadas del hemisferio Norte, Eurasia y nororiente de África. En América del Sur, el género *Berberis* es el único descrito y en Chile se han reconocido a lo menos 18 especies de este género, distribuidas desde Antofagas-

ta a Magallanes y Antártica Chilena, incluyendo el Archipiélago Juan Fernández (Landrum, 1999). La presencia de hibridación e introgresión, entre especies del género *Berberis* en zonas de transición, ha producido formas intermedias de difícil clasificación taxonómica (Bottini *et al.*, 2007), entre las especies más conocidas en Chile destacan en orden de importancia el calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.), michay (*Berberis chilensis* Gillies; *Berberis valdiviana* Phil; *Berberis darwinii* Hook) y calafatillo (*Berberis empetrifolia* Lam.). El común de la población tiende a confundir el fruto del calafate con el michay particularmente en la macrozona sur, no así en las regiones de Aysén y Magallanes, donde existe mayor cultura en el consumo del calafate. Sin embargo, estas dos especies son muy distintas en el tipo de hoja y fruto. El fruto del michay se caracteriza por tener un estilo persistente, no así el calafate ni el calafatillo (**Figura 6.3**).



Figura 6.3. Comparación entre (1) hojas y (2) frutos de tres especies del género *Berberis*; calafatillo (A1, A2), calafate (B1, B2), y michay (C1, C2) (Fuente: adaptado de Pino *et al.*, 2019; Mc Leod *et al.*, 2020).

Calafate

El calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) es un frutal nativo de Chile y Argentina. En Chile se distribuye entre Curicó y Magallanes, en la actualidad la mayor población se concentra en las regiones de Aysén y Magallanes. El INIA ha valorizado y evaluado calafates desde la región del Biobío al sur, observando una diversidad de tipos de suelos y de condiciones climáticas en los cuales crece. La floración se

inicia desde el mes de septiembre hasta diciembre, dependiendo de la zona geográfica. Mientras la floración más tardía ocurre en la región de Magallanes desde la segunda quincena de octubre hasta diciembre, en la macrozona sur (del Biobío a la Araucanía) florece principalmente entre septiembre y octubre. La fructificación y cosecha se concentra entre noviembre y enero en la macrozona sur y entre los meses de febrero a marzo en la región de Magallanes.

INIA ha trabajado en la selección de clones con mayor producción de fruta por planta, frutos de mayor calibre, menor número de semillas por fruto, así como en mayor concentración de color y actividad antioxidante. Asimismo, se establecieron plantaciones experimentales para evaluar su comportamiento fenológico en la macrozona centro (Leyda, región de Valparaíso), en la macrozona sur (Teodoro Schmidt, región de la Araucanía), además de Magallanes (Cabeza de Mar, región de Magallanes), con densidades de plantación de 3000 plantas por hectárea, y riego por goteo (**Figura 6.4**).



Figura 6.4. Planta de calafate de clon INIA creciendo bajo riego por goteo en Magallanes (tres temporadas) y frutos cosechados durante el mes de febrero (Fuente: INIA Kampenaike 2017).

El calafate se reproduce vegetativamente mediante estolones, y por semillas (**Figuras 6.5A1** y **6.5A2**), estas últimas se dispersan principalmente a través de

las aves, pero también a través de animales que lo consumen. Si bien, muchos vendedores de plantas de calafate lo reproducen a partir de semilla, por la facilidad en su germinación, esto lleva a que el productor tendrá una plantación heterogénea en plantas, en calidad del fruto y, en la época de floración y cosecha. Por lo cual lo recomendable es, establecer plantaciones a partir de plantas clonales seleccionadas las que deberán ser propagadas en forma vegetativa. Con fines de domesticación y establecer cultivos de calafate uniformes y de alto rendimiento, se han implementado métodos de propagación vegetativa, en base a enraizamientos de estacas o *in vitro*, ya sea por propagación *in vitro* convencional (**Figura 6.5B1**) o por biorreactores para clones elites de alto rendimiento (**Figuras 6.5B2, 6.5B3**). En la propagación *in vitro*, el periodo crítico, es la aclimatación, etapa intermedia antes de ir al campo, no así la multiplicación ni el enraizamiento.



Figura 6.5. Propagación vegetativa del calafate mediante rizomas (A1) y por semillas (A2). Propagación vegetativa para clones elites de alto rendimiento, ya sea por propagación *in vitro* convencional (B1) y por biorreactores SIT en la unidad de materias primas y alimentos de INIA La Platina (B2, B3) (Fuente: Laboratorio UMPA - INIA).

Una vez establecidas las plantas en terreno, porque el calafate florece y fructifica en la ramilla de un año (crecimiento de la temporada anterior), se recomienda iniciar las cosechas después del segundo año y eliminar las primeras flores, con el objetivo de favorecer el crecimiento vegetativo y conducir la planta en los primeros años.

Una vez establecido además de implementar riego y conducir la planta, es fundamental acompañarlo con un buen manejo de fertilización. Al respecto, un estudio en distintas zonas geográficas de Magallanes (Ojeda *et al.*, 2017) mostró que el desarrollo radicular máximo de la planta de calafate ocurre entre los meses de diciembre a febrero, así como su mayor potencial de absorción de nutrientes. La mayor demanda de nutrientes se registró en hojas y brotes nuevos de la planta. Luego, desde diciembre en adelante, se observó una disminución gradual de la concentración de nutrientes en hojas y tallos, lo cual está directamente asociado con el crecimiento y maduración del fruto. Por otra parte, el análisis foliar mostró que las concentraciones de nutrientes en las hojas de Calafate son similares a lo reportado en arándano y en murtila. Mientras que para calafate y arándano el porcentaje de nitrógeno (N) foliar fluctuó entre 1,6 y 2,0%, en murtila está entre 1,3 - 1,5%. Para el fósforo foliar (P), en las tres especies fue similar, entre 0,1 y 0,4%. El Potasio (K) estuvo en un rango entre 0,3 y 0,7%. Mientras, el calcio (Ca) se movió en un rango entre 0,4 - 0,8% para el calafate y en arándano, el Ca estuvo entre 1,1 - 1,2% para Murtila. En la **Tabla 6.1** se entrega el rango de macro y micronutrientes a nivel foliar.

Tabla 6.1. Niveles de nutrientes en calafate en hojas nuevas en dos zonas geográficas de la región de Magallanes (El Chingue en Última Esperanza y Cabeza de Mar en Magallanes) (Fuente: adaptado de Ojeda *et al.*, 2017).

N %	P%	K%	Ca%	Mg%	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B
					mg/k	mg/k	mg/k	mg/k	mg/k	mg/k
1,6-2,0	0,1-0,4	0,3-0,7	0,3-0,8	0,1-0,3	448	60-120	39-350	8-30	4-20	11-70

El calafate es principalmente un fruto de recolección. A pesar de esto en el año 2020 se reportaron 0,2 hectáreas de calafate cultivado en Chile (ODEPA, 2021). No obstante, existen varios productos que se comercializan principalmente a partir de fruto recolectado por su capacidad antioxidante. En la **Tabla 6.2** y **Figura 6.7** se compara la actividad antioxidante y antocianinas respecto otros frutales nativos y frutales conocidos como el arándano, entre otros.

- **Nombre Común:**
Calafate (Argentina y Chile).
- **Nombre Científico:**
Berberis microphylla G. Forst.
- **Familia:**
Berberidaceae
- **Fecha de Floración:**
Octubre a diciembre (Magallanes).
Septiembre a octubre (Biobío a la Araucanía).
- **Fecha de Fructificación:**
Febrero a marzo (Magallanes).
noviembre y enero (Biobío a la Araucanía).



- **Breve Descripción Botánica:**
Arbusto espinoso perenne, de 1 hasta 3 metros de altura, de tronco ramificado desde la base. El interior de su tallo es de color amarilla por la presencia de berberina. Sus hojas están compuestas por tres folíolos pequeños aovados y en su base tienen tres estipulas modificadas en espinas (dos laterales y una central más larga).
- **Fruto:**
Son bayas comestibles subglobosas, verdes cuando están inmaduras y se tornan de color azul violáceo al madurar con 5 a 17 semillas. Las antocianinas más relevantes son delfinida-3-glucósido, petunidina-3-glucósido, malvidina-3-glucósido.
- **Uso farmacéutico popular:**
En medicina popular se le asignan propiedades específicas, como antidiarreico, febrífugo, antiséptico y para combatir resfríos. Los aónikenk usaban la berberina (pigmento amarillo bajo la corteza y raíces) para entrar en trance debido a su efecto alucinógeno.
- **Otros usos populares:**
Las hojas se utilizan para la elaboración de infusiones. Sus frutos son utilizados para su consumo en fresco, en la elaboración mermeladas, jaleas, licores, jarabes, vinos, jugos y chutneys. Industrialmente los frutos se destinan a la producción de bebidas sin alcohol, polvo liofilizado como antioxidantes.

Michay

El michay se encuentra en Argentina y en Chile. Mientras en Argentina crece principalmente entre Río Negro y Neuquén (Landrum, 1999), en Chile se extiende desde Coquimbo a Magallanes. Las tres especies de michay más conocidas en Chile (**Figura 6.6**), son: *Berberis chilensis* Gillies ex Hook. & Arn que se distribuye entre Coquimbo y la Araucanía, *Berberis valdiviana* Phil entre Colchagua y La Unión y *Berberis darwinii* Hook que crece desde Curicó a Magallanes, destacando por su amplia distribución. Es importante destacar que (Bottini *et al.*, 2000; Domínguez, 2012; Fajardo *et al.*, 2021) indican que su distribución natural tiene su límite en Aysén. *B. darwinii* tiene un potencial interesante por su amplia capacidad de adaptación a distintas condiciones edafoclimáticas, mientras que *B. chilensis* y *B. valdiviana* son especies endémicas y muestran un área más restringida en su distribución geográfica.

El fruto del michay es más pequeño que el calafate y se diferencia por su característico fruto azulado que termina en un estilo persistente y su acumulación de metabolitos secundarios del tipo flavonoides (Domínguez; 2012, Pino *et al.*, 2019). El michay es principalmente un fruto de recolección, menos conocido y valorado que el calafate y el maqui. Sin embargo, ODEPA (2021) reportó 2,9 hectáreas de Michay cultivado en el año 2020. Por su amplia distribución en Chile (**Figura 6.6**) y actividad antioxidante mayor al arándano y cranberry se recomienda no sólo protegerlo, sino también cultivarlo para la industria de ingredientes o alimentos saludables. El INIA está apoyando a productores de la zona de Leyda (San Antonio, región de Valparaíso) en la selección, valorización y resguardo *in situ* del material. En la **Tabla 6.2** y **Figura 6.7** se compara y evalúa el potencial de este fruto a partir de distintas localidades respecto al maqui, calafate, calafatillo y frutales conocidos como el cranberry y arándano, entre otros.



Figura 6.6. Distribución de las tres especies de michay seleccionadas en función de estado sanitario de la planta, vigor, carga frutal y tamaño de fruto (A) *Berberis chilensis* (B) *Berberis valdiviana* y (C) *Berberis darwinii* (Fuente: adaptado de Pino *et al.*, 2019).

- **Nombre común:**
Michay
- **Nombre científico:**
Berberis chilensis Gilles;
Berberis valdiviana Phil;
Berberis darwinii Hook
- **Familia:**
Berberidaceae
- **Fecha de Floración:**
Septiembre a octubre
(Valparaíso a Maule).
Septiembre a noviembre
(Biobío a Araucanía)
Octubre a diciembre (Magallanes).



- **Fecha de Fructificación:**
Noviembre a diciembre (Valparaíso a Maule).
Diciembre a enero (Biobío a Araucanía)
Diciembre a marzo (Magallanes).
- **Breve Descripción Botánica:**
Arbusto espinoso de 1,5 a 3 m de altura. De hoja perenne, coriácea, elíptica a obovada, de 1,4 a 3 cm de largo y 0,5 a 1,4 cm de ancho, de borde espinoso con 4 a 6 pares de espinas, de color verde oscuro brillante en el haz y el verde claro por el envés. La inflorescencia es un racimo, con aproximadamente 10 flores anaranjadas, de 4,5 a 7 mm de largo.
- **Fruto:**
Es una baya subglobosa de color azul oscuro, de 7 a 8 mm, estilo persistente, y contiene 3 a 6 semillas. Las antocianinas más relevantes delphinidina 3-glucósido, petunidina 3-glucósido y malvidina 3-glucósido.
- **Uso farmacéutico popular:**
Los frutos son comestibles, el tallo y las hojas presentan alcaloides (berberina). Su hoja y fruto se usan en la medicina ancestral como antipiréticos y antiinflamatorios.
- **Otros usos:**
Elaboración de mermeladas, salsas, jarabes.

Calafatillo

El calafatillo (*Berberis empetrifolia* Lam) conocido también como calafate enano, zarcilla, monte negro o uva de la cordillera, se clasifica como un sub-arbusto nativo presente en Chile y Argentina; se distribuye en vertientes de la Cordillera de los Andes, desde los 30° Lat. Sur (por encima de los 3.500 metros), desde Mendoza a la Patagonia alcanzando la zona litoral del Estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego (Landrum, 1999; Bottini *et al.*, 2000; Domínguez, 2012).

La caracterización química del fruto de calafatillo (localidad de Isla Riesco, región de Magallanes), durante dos temporadas, mostró menor contenido de sólidos solubles (18°Brix) que el fruto de calafate (26°Brix) y el de maqui (30°Brix). Por otra parte, la relación entre antocianinas totales/polifenoles totales del calafatillo (1,1); fue similar al fruto de maqui (1,2) y superior al de calafate (0,9). En términos de antocianinas totales, no obstante que mostraron valores similares, el perfil de antocianinas es muy distinto (Mc Leod *et al.*, 2020). En calafatillo, las antocianinas reportadas en orden de relevancia son delfinida-3-glucósido, petunidina-3-glucósido, malvidina-3-glucósido, y luego otras del tipo petunidinas y cianidinas. Es importante destacar, que la sumatoria de antocianinas asociadas al color azul, del tipo malvidina (3-glucósido+3-rutinósido), supera el contenido de petunidina-3-glucósido en este fruto. En calafate y similarmente, las antocianinas predominantes son delfinida-3-glucósido, petunidina-3-glucósido, y malvidina-3-glucósido, pero están presentes en mayor concentración en el fruto. Es importante analizar, que extractos de berries nativos, con un perfil similar de antocianinas, han sido asociados a inhibición del estrés oxidativo y disminución de la inflamación que ocurre por la interacción patagénica entre adipocitos y macrófagos (Reyes-Farías *et al.*, 2015, 2016), detalles son explicados en el punto 3.2 del capítulo 3, por el Dr. García-Díaz.

Los pueblos originarios complementaban su dieta con estos frutos para aliviar ciertas dolencias digestivas (Schmeda-Hirschmann *et al.*, 2019). Además, en calafatillo se ha reportado bermamina y oxiacantina en raíces y de berberina tanto en raíces como en hojas (Fajardo *et al.*, 1981; Fajardo Morales *et al.*, 2021). En la **Tabla 6.2** y **Figura 6.7** se compara y evalúa la actividad antioxidante y antocianinas respecto al calafate, maqui y frutales conocidos como el arándano entre otros.

-
- **Nombre común:**
Calafatillo
 - **Nombre científico:**
Berberis empetrifolia Lam
 - **Familia:**
Berberidaceae
 - **Fecha de Floración:**
Noviembre a febrero
(Magallanes).
 - **Fecha de Fructificación:**
Enero a marzo (Magallanes).



- **Breve Descripción Botánica:**
El calafatillo se diferencia particularmente del calafate y el michay porque es un arbusto enano, rastrero, espinoso, con una altura que no supera los 15 a 20 cm de altura. A menudo crecen como plantas aisladas. Sus ramas siempre glabras, de color castaño claro a rojo vinoso. Esta especie también desarrolla pequeñas espinas, dispuestas de a 3 unidades con ángulos muy abiertos, de color castaño claro, glabras, brillantes, curvadas a veces hacia el ápice, punzantes, profundamente surcadas en la cara inferior. Sus hojas son completamente diferentes al calafate y al michay, son acículas en fascículos de 8 a 10, coriáceas, mucronadas y subsésiles.
- **Fruto:**
Es una baya comestible color azul intenso, de sabor agridulce, con hasta 8 semillas.
- **Uso farmacéutico popular:**
Los frutos eran recolectados por los pueblos originarios (Añikenk, Selk'nam, Kawéskar, Yagan y Haush.) que habitaron la Patagonia Austral, para complementar su dieta para aliviar ciertas enfermedades y dolencias digestivas.
- **Otros usos:**
Si bien es un fruto comestible, es poco consumido porque crece en sectores alejados del radio urbano y porque el pequeño tamaño de su fruto dificulta su recolección.

Canelo

El Canelo (*Drimys winteri*) es un árbol originario de América del sur, endémico de los bosques subantárticos de Chile y Argentina. Es un árbol considerado sagrado por los pueblos originarios y que se asocian a múltiples propiedades beneficiosas. En Chile crece desde la provincia de Limarí (quebrada Camarones 30°20'S; 71°26'O, al norte del Parque Nacional Fray Jorge) hasta la provincia Antártica (Isla Hornos, Archipiélago Cabo de Hornos 55°58'S; 67°17'O), y es especialmente abundante en la Isla de Chiloé. Para el canelo continental se han descrito dos especies, *Drimys andina* (Reiche) R. A. Rodr. & Quezada, conocido como Canelo enano (arbusto endémico que crece entre las regiones de Biobío a Los Lagos) y *Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst.

Esta última tiene dos variedades botánicas (Rodríguez, 1998; Ruiz *et al.*, 2008; Muñoz *et al.*, 2021): *Drimys winteri* var *chilensis* (DC.) endémica de Chile, y *Drimys winteri* var *winteri* una especie nativa que crece en Chile y Argentina. La var. *chilensis* crece desde la provincia de Limarí (quebrada Camarones 30°20'S; 71°26'O) hasta la provincia de Aysén (Río Exploradores 46°25'S; 73°20'O, Región de Aysén). La presencia de esta especie aumenta progresivamente desde Coquimbo al sur, en zona semiáridas crece asociada a cursos de agua, como es el caso del río Limarí y microclimas (Doust, 2001; Muñoz *et al.*, 2021).

Los beneficios del canelo están asociados principalmente a su corteza por sus propiedades tónicas y antiescorbúticas (Salehi *et al.*, 2021), pero se conoce poco del fruto y sus propiedades. En **Tabla 6.2** y **Figura 6.7** se compara el fruto del canelo respecto al maqui y calafate, entre otros.

-
- **Nombre común:**
Canelo
 - **Nombre científico:**
Drimys winteri J.R. et G. Forster
 - **Familia:**
Winteraceae
 - **Fecha de Floración:**
Septiembre a noviembre
 - **Fecha de Fructificación:**
Marzo a abril



- **Breve Descripción Botánica:**
Árbol que puede llegar a los 20 m de altura, las hojas se caracterizan por ser aromáticas, simples, alternas, de forma oblonga o lanceoladas, haz de color verde pálido y envés grisáceo blanquizco. Las flores son hermafroditas, de color blanco (6 a 15 pétalos), pueden ser solitarias o agruparse en inflorescencias.
 - **Fruto:**
Es una baya globosa ovoide, color violeta oscuro, de 1cm de diámetro, con 5-8 semillas negras y lisas, de 3 a 5 mm.
 - **Uso farmacéutico popular:**
Su corteza es lisa, de color gris claro, gruesa y suave, ampliamente valorada por sus propiedades tónicas y antiescorbúticas, así los nativos del Estrecho de Magallanes y los marinos bebían la infusión de esta corteza, como un potente antiescorbútico
 - **Otros usos:**
Se usan en infusión para combatir tos y catarros, parasitosis (lombrices), desórdenes estomacales, disentería y dolores reumáticos
-

6.3 Actividad antioxidante, antocianinas y de color de tres especies del género *Berberis* y canelo

La **Figura 6.7** muestra la actividad antioxidante de algunos frutales nativos evaluados en INIA respecto a berries más conocidos como el arándano rojo (cranberry), el arándano (blueberry) y el maqui. Los resultados ratifican que el fruto de calafate tiene una alta actividad antioxidante (>400 $\mu\text{moles Trolox/g}$ fruto seco, **FRAP**), similar al maqui e incluso un poco más alta. La diferencia está en el perfil de antocianinas porque el maqui tiene mayor concentración de delphinidinas que el calafate. El calafatillo tiene una actividad antioxidante de 292 $\mu\text{mol Trolox/g}$. fruto seco, valor superior al michay y a otros como el cranberry y arándano, incluso que zarzaparrilla negra (Pérez *et al.*, 2020); la actividad antioxidante del calafatillo fue superado sólo por el calafate, el maqui y el sauco. Por otra parte, el fruto del michay tiene menor actividad antioxidante (180 a 200 $\mu\text{moles Trolox/g}$ fruto seco) que el calafate, maqui, sauco y calafatillo. Es importante destacar que el fruto del canelo, con actividad antioxidante de 264 $\mu\text{moles Trolox/g}$. fruto seco, es interesante porque su perfil de compuestos bioactivos es muy distinto al fruto del maqui y del calafate, aportando Vitamina C y otros flavonoides. Además, destaca por sus propiedades antiescorbútcas y otras previamente reportadas (Pérez *et al.*, 2020; Salehi *et al.*, 2021).

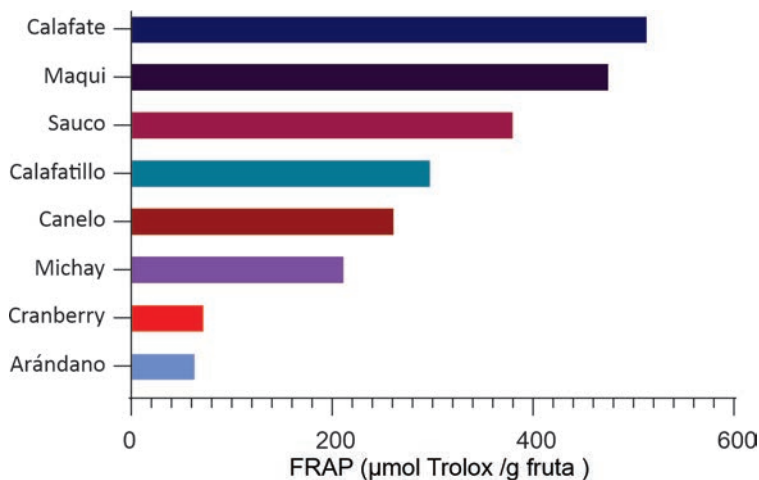


Figura 6.7. Actividad antioxidante de frutos de calafate, calafatillo, michay, canelo, maqui y sauco, respecto al arándano rojo (cranberry) y arándano (blueberry), según método FRAP expresado como $\mu\text{mol Trolox}$ equivalentes por gramo base peso seco liofilizado.

Es importante destacar, que la actividad antioxidante (expresada en **FRAP**) tuvo una alta asociación con las antocianinas totales (**AT**) de 0,86 y con los polifenoles totales (**PFT**) de 0,84 en base a peso seco de los frutos (ver **Tabla 6.2**). El sauco (*Sambucus nigra*) es un fruto también alto en antioxidantes luego del calafate y el maqui (**Figura 6.7**) y alto en antocianinas, del tipo cianidina-3-glucósido (C3G), que no sólo es reconocido por su capacidad antioxidante, además porque neutralizaría la infección del virus de la influenza, bloqueando la acción de dos proteínas claves en el proceso de replicación del virus dentro de la célula huésped: la hemaglutinina y la neuraminidasa (Torabian *et al.*, 2019), jugo concentrado de sauco también se usa como un colorante natural.

Tabla 6.2. Matrix de correlaciones entre AT, PFT, FRAP y M.S. (%), S.S. (°Brix), y Color (E1%) en frutos de calafate (selección TDF), maqui, calafatillo (selección IR), michay (varias localidades), y canelo (Peralillo).
Analizado con *GraphPad Prism versión 9.3.0*.

	S.S. (°Brix)	E1 (%)	AT peso seco	PFT peso seco	M.S. (%)	AT peso fresco	PFT peso fresco	FRAP peso fresco	FRAP peso seco
S.S. (°Brix)	1,00								
E1 (%)	0,42	1,00							
AT peso seco	-0,30	0,61	1,00						
PFT peso seco	-0,25	0,52	0,89	1,00					
M.S. (%)	0,68	0,20	-0,35	-0,38	1,00				
AT peso fresco	0,33	0,56	0,49	0,32	0,63	1,00			
PFT peso fresco	-0,03	0,41	0,70	0,87	0,02	0,56	1,00		
FRAP peso fresco	0,51	0,45	0,32	0,26	0,70	0,93	0,59	1,00	
FRAP peso seco	-0,08	0,51	0,86	0,84	-0,39	0,36	0,70	0,36	1,00

Los frutos de maqui y michay (localidades de Codao, Lolol y Talca) destacaron por su alta concentración de sólidos solubles (33°Brix), ver **Tabla 6.3**. En general, aquellos frutales con mayor concentración sólidos solubles (°Brix) y materia seca, son los más deseables para generar productos liofilizados o concentrados porque requerirán menos energía para extraer el agua y se obtendrá mayor concentración de antioxidantes por volumen procesado. El fruto de calafate mostró mayor concentración de AT (54,24 mg eq.C3G/g. fruto seco) y color (3,4 E1%), valor muy

Tabla 6.3. Caracterización química del fruto de calafatillo, michay y canelo comparados con calafate y maqui (predio comercial) para las cosechas 2019 y 2020.

Especie	AT (mg C3G/g. peso seco)	Punto color (E1%)	PFT (mg EAG/g. peso seco)	Sólidos solubles (° Brix)
Calafate TDF (Control)*	54,24a	3,40a	59,05a	26,85b
Maqui (Control)*	32,69bc	2,62b	26,53c	33,07a
Calafatillo (Selección IR)	38,90b	2,33b	32,77b	17,87c
Michay (Codao)	11,33f	1,70c	6,07c	33, 50a
Michay (Lolol)	30,87c	2,57b	8,10c	33,40a
Michay (Talca)	17,13ef	2,83ab	5,20c	33,67a
Michay (Leyda)	27,27cd	1,73 c	31,40b	27,93b
Canelo (Peralillo)	23,00de	1,00d	7,67c	17,00c

Donde, **Antocianinas totales (AT)** se determinaron por el método de pH-diferencial en base a mg equivalentes de Cianidina-3-Glucósido por gramo de fruto fresco (espectrofotómetro Jasco V-700). **Punto de color (E1%)**, concentración de color evaluada como el valor del coeficiente de extinción de una solución coloreada al 1% a longitud de onda de máxima absorbancia 520 nm. Los **polifenoles totales (PFT)**, se determinaron por el método Folin-Ciaocalteu, expresado como mg EAG/peso de fruto. Los **sólidos solubles** (° Brix) en fruta fresca se evaluaron con refractómetro digital (Hanna HI 96801).

El análisis estadístico incluyó ANDEVA y test de Tukey (P<0,05) (INFOSTAT versión 04/30/2020)

superior al de la zanahoria morada (<1,0 E1%) considerada una reconocida fuente de antocianinas para la extracción de colorantes naturales (ver capítulo 5). Luego, en términos de AT, siguió el maqui (32,69 mg C3G/g. de fruto seco) y el michay con valores entre 11 y 30 mg C3G/ g. fruto seco, dependiendo de la localidad.

En el perfil de antocianinas del calafate destacan delfinida-3-glucósido (>35%), petunidina-3-glucósido o malvidina-3-galactósido (30%), y malvidina-3-glucósido (15%). El perfil de antocianinas mostró los mayores picks en delfinidina 3-glucósido, petunidina 3-glucósido y malvidina 3-glucósido (Reyes-Farias *et al.*, 2016; Pino *et al.*, 2019). El calafate ha sido uno de los frutos nativos más investigados, después del maqui y la murtilla. Estudios recientes *in vivo* en ratones han mostrado que extractos de los frutos de calafate estimulan el gasto energético, la termogénesis y la dinámica mitocondrial en tejido adiposo (Ramírez *et al.*, 2021). Además, se ha demostrado que restaura la tolerancia a glucosa en ratas

obesas (Soto-Covasich *et al.*, 2020). Estudios previos, *in vitro* en células humanas y también *in vivo* (ratas), mostraron que los extractos de fruto de calafate rico en polifenoles modulan respuestas antiinflamatorias en adipocitos (Reyes-Farías *et al.*, 2015, 2016). Recientemente, López *et al.* (2021) resumieron las propiedades saludables del calafate y potenciales funciones protectoras contra el cáncer y enfermedades cardiovasculares. Más antecedentes de su efecto antioxidante se entregan en el capítulo 3 de esta publicación.

Análisis proximal del calafate, calafatillo, michay y canelo

En la **Tabla 6.4** se resume la composición química proximal de fruta fresca de calafate, michay, calafatillo y canelo. Respecto al aporte de calorías, el consumo de 100 gramos de fruta fresca del michay y calafate aportaría cerca de 100 Kcal respectivamente. El calafatillo (63 Kcal) y canelo (52 Kcal) tienen menor aporte

Tabla 6.4. Análisis proximal y fibra dietaria de fruta fresca de calafate, calafatillo, michay y canelo (Fuente: elaborado a partir de Pino *et al.*, 2018, 2019; Pérez *et al.*, 2020; Mc Leod *et al.*, 2020).

Análisis en fruta fresca	Calafate	Calafatillo	Michay	Canelo
Energía (Kcal/100g)	98,5	62,6	107	51,6
Humedad (%)	75,9	71,3	47,5	75,6
Hidratos de carbono disponibles (%)	14,5	12,0	19,9	11,1
Azúcares totales (%)	9,8	7,3	9,9	10,6
Proteínas (%)	2,8	3,2	6,4	1,8
Materia Grasa (%)	0,9	0,2	0,2	<0,5
Cenizas (%)	0,6	1,0	1,7	0,6
Sodio (mg/100g)	-	2*	36,2	18,3
Fibra Dietaria Total (%)	5,3	12,3	24,3	10,9
Fibra Dietaria soluble (%)	0,75	9,1	11,2	2,2
Fibra Dietaria insoluble (%)	4,55	3,2	13,1	8,7

Análisis fueron realizados en Eurofins en 2020 usando frutos fresco empleado en el resto de los análisis. Detectado bajo límite de cuantificación. LoQ: 2mg/100g. LoD:0,5mg/100g.

¹Calafate fruto fresco (selección INIA) región de Magallanes y la Antártica Chilena,

²Calafatillo fruto fresco (selección INIA) región de Magallanes y la Antártica Chilena.,

³Michay fruto fresco, sector Leyda, región de Valparaíso,

⁴Canelo fruto fresco, sector Peralillo, región de O'Higgins.

calórico, más cercano al arándano (57 Kcal/100 gramos de fruta fresca). El aporte de fibra dietaria es de gran interés, debido a que estudios epidemiológicos han demostrado consistentemente los beneficios de la fibra dietética en la salud gastrointestinal, y en el control de peso por la sensación de saciedad que genera (Gill *et al.*, 2021). Los frutales nativos chilenos destacan por su alto contenido de fibra respecto al arándano (2,4%) y açai (<4%). El michay muestra el mayor aporte calórico y de fibra, con un 11,2% de fibra dietaria soluble y 13,1% de fibra dietaria insoluble (ver **Figura 6.8**).

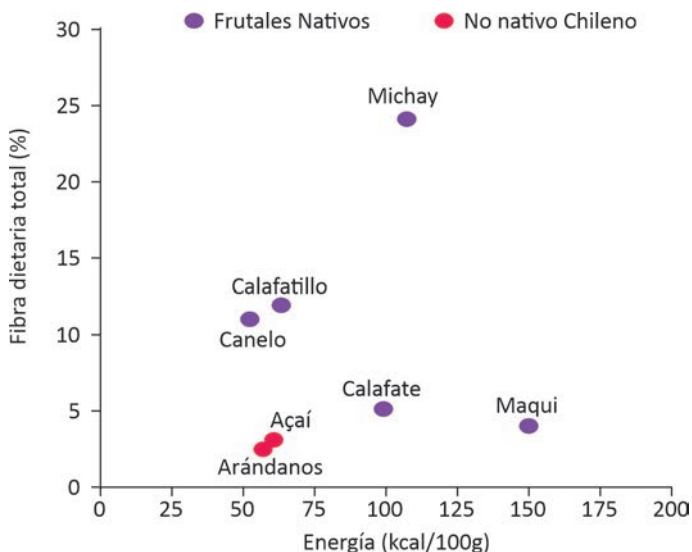


Figura 6.8. Fibra dietaria total *versus* aporte calórico (en Kcal que aporta 100 gramos de fruta fresca) de distintos frutos nativos chilenos respecto al arándano y el açai.

En términos de aporte de proteínas (1,8 a 6,4%), los valores del michay y del calafatillo son interesantes, porque el coco “fruta más alta en proteínas” tiene un valor de 3,3%, y la arveja un 5%, ambos como porcentaje de proteínas en base a 100 gr peso fresco. Respecto a la materia grasa siempre el aporte en este tipo de frutos es bajo (<0,9%), como referencia el arándano no tiene grasas (0%) ni proteínas (0%) ([http://www.todoalimentos.org /arandanos/](http://www.todoalimentos.org/arandanos/)).

En la **Tabla 6.5** y **Figura 6.9** se muestra el portafolio de productos de calafate, porque INIA además de seleccionar clones altos en rendimiento y antioxidantes, ha trabajado en la extracción de un colorante natural en formato líquido y formato

polvo altamente concentrado (**Figura 6.9A**), lo cual es distinto a un liofilizado. Es importante destacar que hace años, se consume y comercializan varios sub productos elaborados a partir de calafate, como mermeladas, syrups, té y liofilizados (**Figura 6.9B**).

Tabla 6.5. Resumen del portafolio de ingredientes y productos desarrollados en base al fruto de calafate en el POLO COLORANTES PYT-2017-0488.

Materia Prima	Producto del Portafolio	Etapa
Calafate	Extracto líquido de calafate alto en antioxidantes 60° Brix y 4 puntos de color. Uso colorante y antioxidante	Producto etapa pre-comercial
	Extracto de calafate como polvo (Spray Dried) estabilizado como colorante y antioxidante. Uso colorante natural.	Producto en desarrollo
Otros berries nativos	Extractos desde berries silvestres para colorantes altos en antioxidantes con potencial de domesticación	Producto en evaluación técnica



Figura 6.9. Extracto de calafate (Clon INIA) concentrado en formato líquido a 60°Brix y 4.0 E1% puntos de color (A). Productos comercializados en el mercado nacional e internacional a partir de calafate recolectado entre las regiones de Aysén y Magallanes (B) (Fuente: Laboratorio UMPA - INIA).

Conclusión

Los frutales nativos presentes en el país poseen características interesantes y diferenciadoras, las cuales otorgan una oportunidad de nuevos mercados en el sector de la industria de los alimentos, farmacéutica y dermocosmética. Sin embargo, su entrada al mercado europeo está limitado por la reglamentación de los novel food al inicio expuestas. En el caso del fruto del calafate, éste posee una alta actividad antioxidante, incluso superior a la del fruto de maqui. Los frutos colectados en el presente estudio desde la región de Ñuble al sur destacan por su color, perfil de antocianinas, en especial en la distribución de delphinidinas, petunidinas y malvidinas. En la actualidad, existen varios productos derivados del calafate disponibles en el mercado, como por ejemplo, mermeladas, syrups, jugos y liofilizados, fáciles de incorporar en la dieta de los chilenos. Por otra parte, el michay en sus distintas especies (*Berberis chilensis*, *Berberis vadiviana* y *Berberis darwinii*), además de presentar alta actividad antioxidante, un perfil interesante de antocianinas y proteínas, se destaca, comparativamente con otros *Berberis*, por su amplia distribución en el territorio chileno entre la región de Coquimbo hasta la Patagonia. El calafatillo también es una especie del género *Berberis*, alto en compuestos antioxidantes, superando a la mayoría de los berries cultivables. Su color y actividad antioxidante son interesantes en la industria de alimentos. Sin embargo, su escasa disponibilidad real de materia prima y su heterogénea distribución, limita su colecta silvestre. Respecto al fruto del canelo, es una alternativa interesante respecto a otros frutos, diferenciándose por ser un fruto de un color distinto a las especies del género *Berberis* y alto en polifenoles, surgiendo como una nueva opción para la ingesta de antioxidantes, pero además con reconocidas propiedades antiescorbúticas.

Si bien, se cuenta con estudios de caracterización de algunos de estos frutales nativos e incipientes trabajos en domesticación, salvo el maqui. Se requiere una mayor priorización en I+D+i, que permitan aunar esfuerzos conjuntos entre el sector público y el privado, para acelerar el desarrollo de estos frutales y consecuentemente proyectarlo en distintos mercados, así como se hizo con el açai en Brasil.

Literatura Citada

- Bottini, M. C., Orsi, M. C., Greizerstein, E. J., & Poggio, L. (1998). Relaciones fenéticas entre las especies de *Berberis* (*Berberidaceae*) del noroeste de la Región Patagónica. *Darwiniana*, 115-129.
- Bottini, M. C. J., Greizerstein, E. J., Aulicino, M. B., & Poggio, L. (2000). Relationships among genome size, environmental conditions and geographical distribution in natural populations of NW Patagonian species of *Berberis* L. (*Berberidaceae*). *Annals of Botany* 86(3), 565-573.
- Bottini, M. C. J., De Bustos, A., Sanso, A. M., Jouve, N., & Poggio, L. (2007). Relationships in Patagonian species of *Berberis* (*Berberidaceae*) based on the characterization of rDNA internal transcribed spacer sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society* 153(3), 321-328.
- Coherent Market Insights (2020). Processed superfruits market analysis 2020-2027. <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/processed-superfruits-market-3956> (Último acceso noviembre 2021).
- Domínguez, E. (2012). Flora Nativa Torres del Paine Santiago, Ocho Libros Editores, 1ª edición. 344 pp. <https://es.scribd.com/document/369024331/Domin-guez-2012-Flora-Nativa-Torres-Del-Paine>.
- Doust, A. N. (2001). The developmental basis of floral variation in *Drimys winteri* (*Winteraceae*). *International Journal of Plant Sciences* 162(4), 697-717.
- Fajardo, V., Prats, C., & Garrido, M. (1981). Metabolitos secundarios de *Berberis empetrifolia*. *Contribuciones científicas y tecnológicas* (51). Área Química XVIII.
- Fajardo Morales, V., Araya, M., & Manosalva, L. (2021). *Berberis darwinii* Hook. In *Medicinal and Aromatic Plants of South America* 2,127-133. Springer, Cham.
- Gill, S. K., Rossi, M., Bajka, B., & Whelan, K. (2021). Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 18(2), 101-116.

- IICA (2018). Protocolos estandarizados para la valorización de frutos nativos del PROCISUR frente a la creciente demanda por ingredientes y aditivos especializados (carotenoides, antocianinas y polifenoles). Editores M.T.Pino, E. Domínguez, J. Saavedra. ISBN: 978-92-9248-793-5. Programa Cooperativo para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur. Uruguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 45p. http://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_libro_valorizaciondefrutosnativos_7c7.pdf
- Landrum, L. (1999). Revision of *Berberis* (Berberidaceae) in Chile and Adjacent Southern Argentina. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86(4), 793-834.
- López, J., Vera, C., Bustos, R., & Florez-Mendez, J. (2021). Native berries of Chile: A comprehensive review on nutritional aspects, functional properties, and potential health benefits. *Journal of Food Measurement and Characterization* 15(2), 1139-1160.
- Market Data Forecast (2021). Global Processed Superfruits Market. <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/processed-superfruits-market> (Último acceso noviembre 2021).
- Mc Leod, C., Pino, M.T., Zamora O., Vergara, C., Dominguez, E., & Águila, K. (2020). Calafatillo: otra especie del género *Berberis* alta en antioxidantes. Informativo INIA La Platina N°42, en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR42034.pdf>.
- Muñoz, O., Tapia-Merino, J., Nevermann, W., & San-Martín, A. (2021). Fitoquímica y propiedades biológicas de *Drimys winteri* JR et G. Forster var *chilensis* (DC) A. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 20(5), 443-462.
- ODEPA (2021). Boletín interactivo Boletín de fruta, noviembre 2021. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYmMzZDRlYjktZTdjNy00MmZiLWJkMmQtZDlkNGJkYjQ4NTU2liwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCIsmMiOjR9> (Último acceso noviembre 2021).
- Ojeda, A., Hirzel, J., Pino, M.T., Mc Leod, C., & Águila, K. (2017). Composición y evolución nutricional del calafate en la región de Magallanes. Informativo INIA Kampenaike. N°68, en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4680>.

- Pérez, R., Pino, M.T., Vergara, C., Zamora, O., Domínguez, E., & Álvarez, F. (2020). Canelo: un árbol alto en metabolitos saludables amenazado por el cambio climático. Informativo INIA La Platina N°40, en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR41929.pdf>.
- Pino, M. T., Zamora, O., Mc Leod, C., Águila, K., Ojeda, A. & Vergara, C.(2018). Calafate: propiedades del fruto y su potencial como ingrediente. Informativo INIA Kampenaike. N°78, en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4879>.
- Pino, M.T., Pérez, R., Vergara, C., Zamora, O. & Domínguez, E. (2019). MICHAY: Berry nativo de amplia distribución con metabolitos de interés para la industria de alimentos. Informativo INIA La Platina. N°39, en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4952>.
- Ramirez, L. A., Quezada, J., Duarte, L., Concha, F., Escobillana, L., Rincon-Cervera, M. A., ... & Garcia-Diaz, D. F. (2021). The administration of an extract from *Berberis microphylla* stimulates energy expenditure, thermogenesis and mitochondrial dynamics in mice brown adipose tissue. *Food Bioscience* 41, 100988.
- Reyes-Farías, M., Vasquez, K., Ovalle-Marin, A., Fuentes, F., Parra, C., Quitral, V., ... & Garcia-Diaz, D. F. (2015). Chilean native fruit extracts inhibit inflammation linked to the pathogenic interaction between adipocytes and macrophages. *Journal of medicinal food* 18(5), 601-608.
- Reyes-Farías, M., Vasquez, K., Fuentes, F., Ovalle-Marin, A., Parra-Ruiz, C., Zamora, O., ... & Garcia-Diaz, D. F. (2016). Extracts of Chilean native fruits inhibit oxidative stress, inflammation and insulin-resistance linked to the pathogenic interaction between adipocytes and macrophages. *Journal of Functional Foods* 27 69-83.
- Rodríguez S. 1998. Antecedentes tecnológicos de Canelo (*Drimys winteri* Forst.). *Bosque* 19, 91- 99. <https://doi.org/10.4206/bosque.1998.v19n1-10>.
- Ruiz E, Toro O, Crawford DJ, Stuessy TF, Negritto MA, Baeza C, Becerra J. 2008. Phylogenetic relationships among chilean species of *Drimys* (Winteraceae) based on its sequences and insertion/deletion events. *Gayana Bot* 65, 220-228. <https://doi.org/10.4067/s0717-66432008000200008>.

- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Herrera-Bravo, J., Salazar, L. A., Delporte, C., Barra, G. V., ... & Martorell, M. (2021). Ethnopharmacology, Phytochemistry and Biological Activities of Native Chilean Plants. *Current Pharmaceutical Design* 27(7), 953-970.
- Scheuermann, E. (2015). "Murtilla (*Ugni molinae* Turcz.) y açai (*Euterpe oleracea* Mart.): recursos nativos para alimentos funcionales o productos con propiedades saludables", presentación en <https://docplayer.es/45268930-Murtilla-ugni-molinae-turcz-frutos-con-caracteristicas-antioxidantes-para-la-industria-de-alimentos.html>.
- Schmeda-Hirschmann, G., Jiménez-Aspee, F., Theoduloz, C., & Ladio, A. (2019). Patagonian berries as native food and medicine. *Journal of ethnopharmacology* 241, 111979.
- Soto-Covasich, J., Reyes-Farias, M., Torres, R. F., Vásquez, K., Duarte, L., Quezada, J., ... & Garcia-Diaz, D. F. (2020). A polyphenol-rich Calafate (*Berberis microphylla*) extract rescues glucose tolerance in mice fed with cafeteria diet. *Journal of Functional Foods* 67 103856.
- Torabian, G., Valtchev, P., Adil, Q., & Dehghani, F. (2019). Anti-influenza activity of elderberry (*Sambucus nigra*). *Journal of functional foods* 54, 353-360.