

Caracterización de las especies del género *Berberis* y sus propiedades funcionales. Región de Aysén, Chile

Fernán Silva Labbe, Ingeniero Agrónomo
Servicio Agrícola y Ganadero - SAG, fernan.silva@sag.gob.cl

Diego Arribillaga, Ingeniero Agrónomo
Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, darribil@inia.cl

Erwin Domínguez Díaz, Biólogo
Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, edominguez@inia.cl

Carolin Códova, Ingeniero Agrónomo
Universidad de Concepción, cacordov@udec.cl

Claudia Gómez, Ingeniero Agrónomo
Consultora Privada, cgnomenn@gmail.com

Jaime Salinas, Ingeniero Forestal
Instituto Forestal INFOR, jsalinas@infor.cl

Characterization of the species of the genus *Berberis* and its functional properties. Aysén Region, Chile

RESUMEN: El género *Berberis* es común entre los arbustos de la Patagonia y su distribución se asocia a los bosques templados y andino patagónicos, así como a los matorrales abiertos de estos ecosistemas. En la Patagonia Occidental existen cinco especies: *Berberis darwinii*, *B. serratodentata*, *B. ilicifolia*, *B. empetrifolia*, *B. microphylla* y *Berberis microphylla* forma *heterophylla*. Todos los *Berberis* son arbustos más o menos espinosos que tienen compuestos funcionales antioxidantes como flavonoides y antocianinas, donde *B. microphylla* destaca por su capacidad de absorción de radicales libres muy superior a la de otros berries nativos y cultivados. Los alcaloides como la berberina siempre están presentes y destacan por sus propiedades antibióticas. Estos arbustos cumplen funciones estratégicas en la recuperación del bosque nativo al actuar como nodrizas en las primeras etapas de sucesión ecológica y en prácticas de restauración. En el artículo se hace una revisión de propiedades químicas, características morfológicas y distribución geográfica de cada especie, plagas y enfermedades que los afectan y se describen oportunidades y amenazas en general.

PALABRAS CLAVE: Propiedades funcionales, calafate, bayas, Patagonia.

ABSTRACT. The genus *Berberis* is common among the shrubs of Patagonia and its distribution is associated with the temperate and Andean Patagonian forests as well as the open scrublands of these ecosystems. In Western Patagonia there are five species: *Berberis darwinii*, *B. serratodentata*, *B. ilicifolia*, *B. empetrifolia*, *B. microphylla* and *Berberis microphylla* form *heterophylla*. All *Berberis* are more or less thorny shrubs that have antioxidant functional compounds such as flavonoids and anthocyanins, where *B. microphylla* stands

out for its ability to absorb free radicals much higher than that of other native and cultivated berries. Alkaloids such as berberine are always present and stand out for their antibiotic properties. These shrubs fulfill strategic functions in the recovery of the native forest by acting as nurses in the first stages of ecological succession and in restoration practices. The article reviews the chemical properties, morphological characteristics and geographical distribution of each species; pests and diseases that affect them and opportunities and threats are described in general.

KEYWORDS. Functional properties, berries, Patagonia region.

INTRODUCCIÓN

El género *Berberis* deriva de una palabra árabe “*berberer*” que significa concha, que se asocia a la planta de *Berberis* por el brillo de sus hojas similar al del nácar (Cárdenas, 2012). Un total de 650 especies han sido citadas a nivel mundial para este género, y en Chile se reconocen 18 especies y una variedad (Rodríguez *et al.* 2018). Se distribuyen desde Antofagasta (Paposo) a Tierra del Fuego, incluida la isla de Juan Fernández. Se denomina calafate al fruto de arbustos leñosos nativos del Sur de Chile y Argentina (Arena *et al.*, 2018). En Europa se denominan agracejos a los arbustos semejantes de la especie *Berberis vulgaris*. En Asia *B. aristata* y *B. asiatica* han sido tradicionalmente usados en la medicina ayurvédica, denominándose *daruhahidra* o “cúrcuma leñosa” (Bown, 1995).

Los *Berberis* son arbustos de hojas alternas, simples o compuestas, estipuladas; flores hermafroditas solitarias o compuestas en inflorescencias; sépalos y pétalos

similares, en dos a varias series, libres, hipóginos, imbricados o los más exteriores valvados, caducos, estambres seis, opuestos a los pétalos, hipóginos, libres; anteras de dos celdas, abriéndose por valvas o ventallas; un carpelo; estilo corto; estigma sésil; óvulos pocos, ascendente o numerosos en el lado ventral, anátropos (óvulos en posición invertida); fruto una baya generalmente con un recubrimiento protector y ligero de aspecto parecido a la cera que se encuentra en los frutos, semillas con endosperma abundante, y embrión pequeño o largo; cotiledones cortos.

Este trabajo tiene por objetivo proporcionar antecedentes de las características botánicas de los arbustos del género *Berberis* como potencial recurso silvoagropecuario para la Región de Aysén. Para ello se presenta una revisión bibliográfica que analiza los aspectos más relevantes de este grupo de plantas, que incluye: clasificación taxonómica, distribución espacial, en relación con tipos climáticos y ecorregiones, y la descripción morfológica por especie y propiedades funcionales.

PROPUESTA DE CLAVE TAXONÓMICA PARA *BERBERIS* DE LA REGIÓN DE AYSÉN

La Clasificación taxonómica de *Berberis*:

Reino: Plantae
Clado: Tracheophyta
Clado: Angiospermas
Clado: Eudicots
Orden: Ranunculales
Familia: Berberidaceae
Género: *Berberis*

A. Hojas aciculares. Flores solitarias o 2-3-fasciculadas. Espinas fasciculadas curvadas. Arbusto achaparrado.

1. *Berberis empetrifolia*

A'. Hojas nunca aciculadas, baya de color negro azulado o negro rojizo. Semillas libres. Arbustos o arbolitos espinosos, raramente sin espinas.

B. Hojas de 60-80 mm x 20-30 mm, elípticas, coriáceas con 5-13 dientes espinosos a cada lado, inflorescencia corimbosa. Arbusto espinoso raro sin espinas.

2. *Berberis serratodentata*

B'. Hojas con el margen entero o espinoso (hasta con 3 dientes espinosos a cada lado). Arbustos o arbolitos espinosos. Flores en racimos de 8-15 flores.

C. Ramas jóvenes y cara abaxial aterciopelada.

3. *Berberis darwinii*

C'. Tallos y hojas sin pubescencia velutina rojiza. Hojas con 1-3 dientes a cada lado, coriáceas. Corimbos 4-8-flores. Hojas obovadas. Clima templado frío lluvioso.

4. *Berberis ilicifolia*

D. Hojas enteras. flores solitarias, fasciculadas o en umbelas (2)3-4(5)-flores. Hojas membranáceas, obovadas u oblongolanceoladas. Clima templado lluvioso y andino patagónico hasta transición a estepa.

5. *Berberis microrophylla*

D' Hojas enteras o con flores solitarias, raro en fascículos o en umbelas. Estambres con apéndices laterales ganchudos. Espinas en ángulos muy abiertos palmadas. Ecorregión esteparia y de transición a estepa.

6. *Berberis microrophylla* forma *heterophylla*

CARACTERÍSTICAS GENERALES

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ABUNDANCIA EN RELACIÓN CON LOS TIPOS CLIMÁTICOS EN LA REGIÓN DE AYSÉN

En la Región de Aysén, se encuentran diversas especies del género *Berberis*, comúnmente conocidas como "calafate" y "michay". El mayor número de estas especies crecen asociadas al tipo climático Andino Boreal, que se encuentra representado por los bosques andino-patagónicos, donde las especies de *Berberis* constituyen elementos frecuentes del sotobosque y el matorral (Silva, 2014) (Figura 1 y 2).

Según CONAF (2011), la superficie de calafate (*Berberis microrophylla*) en la Región de Aysén es de 82.000 ha, cerca de un 70% en el bosque andino patagónico y un 15% en la zona Intermedia (Figura 3). La vegetación acompañante está integrada por matorral de chaura (*Gaultheria mucronata*), aunque también se asocia a notro (*Embothrium coccineum*), diente de león (*Taraxacum officinale*), ñire (*Nothofagus antarctica*) y coirón (*Festuca palleseus*).

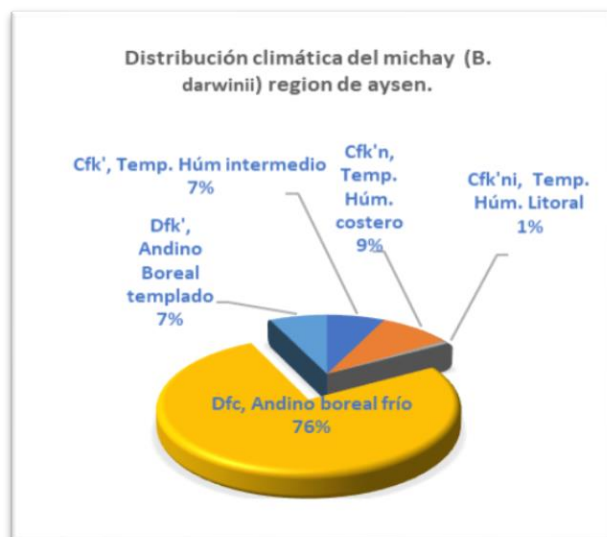


Figura 1. Distribución del calafate (*B. microphylla*) de acuerdo con los tipos climáticos de la Región de Aysén (Silva, 2014).

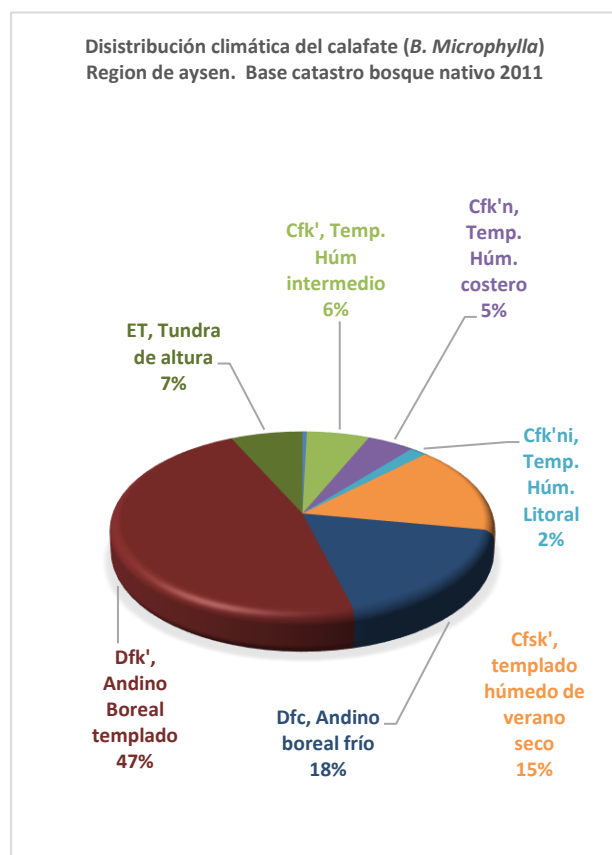


Figura 2. Distribución climática del Michay (*B. darwinii*) por tipo de ecorregión. Basado en Silva (2014).

El michay (*Berberis darwinii*) según el Catastro del Bosque Nativo (CONAF, 2011), cubriría una superficie bastante inferior comparada con el calafate, solo alcanzaría a 38.904 ha (Figuras 3 y 4).

Las especies de este género se desarrollan en forma silvestre, en sectores de matorrales, zonas abiertas rocosas y arenosas, pastizales y en áreas montañosas formando parte del hábitat natural del lugar. Una de las especies más abundantes es *Berberis microphylla*, denominada "calafate", la que generalmente crece en la Zona Intermedia y Húmeda de la región, en montes bajos en los claros, márgenes del bosque y en áreas húmedas de la estepa a lo largo de ríos y arroyos.

En la Región de Aysén, se han identificado cinco especies y una sub especie del género *Berberis*, donde los principales elementos que se utilizan para diferenciarlos son:

- Forma del fruto: globoso o con forma de botella.
- Color de las flores: amarillas o naranjas.
- Flores y frutos: solitarios o agrupados en pequeños racimos.
- Espinas: forma y número de puntas que presentan.
- Hojas: forma, tamaño y número de hojas por fascículo (Figura 6).

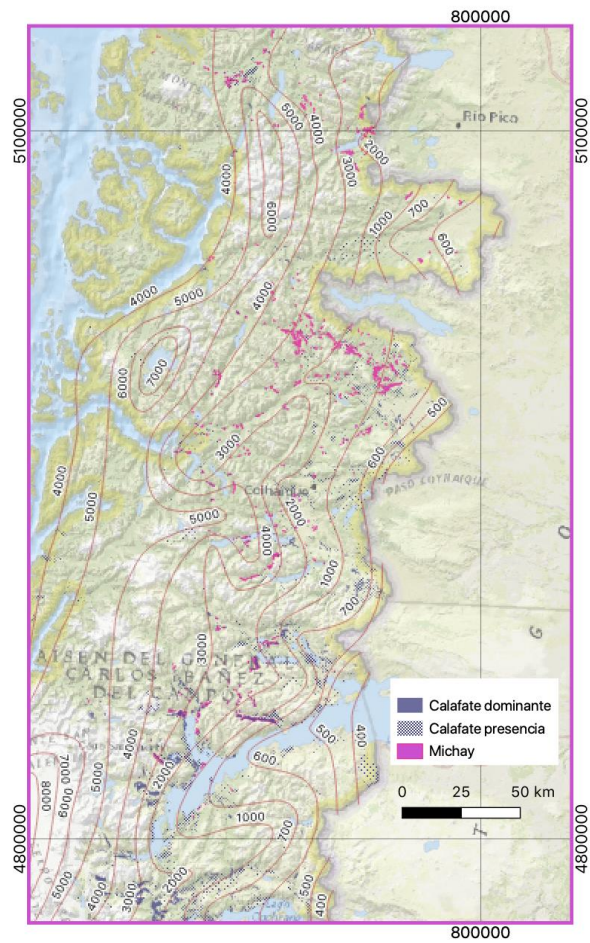


Figura 3. Calafate (*Berberis microphylla*) y michay (*B. darwinii*). Lago General Carrera al Sur. Isoyetas anuales en mm (elaboración propia base a Conaf, 2011).

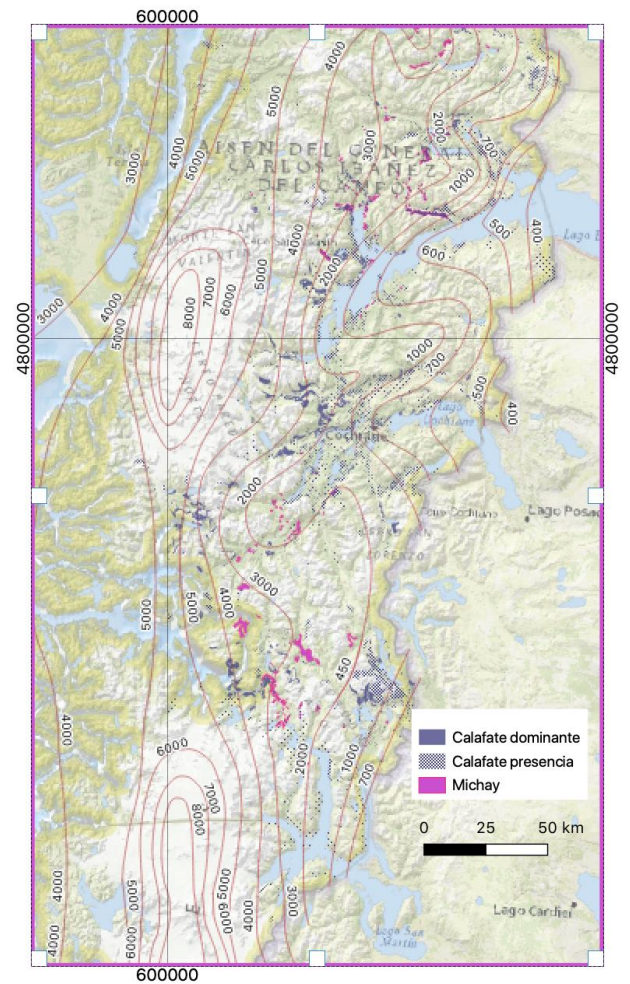


Figura 4. Calafate (*Berberis microphylla*) y michay (*B. darwinii*). Zona Norte de Aysén (arriba) y Zona Lago General Carrera al Sur (abajo). Isoyetas anuales en mm.

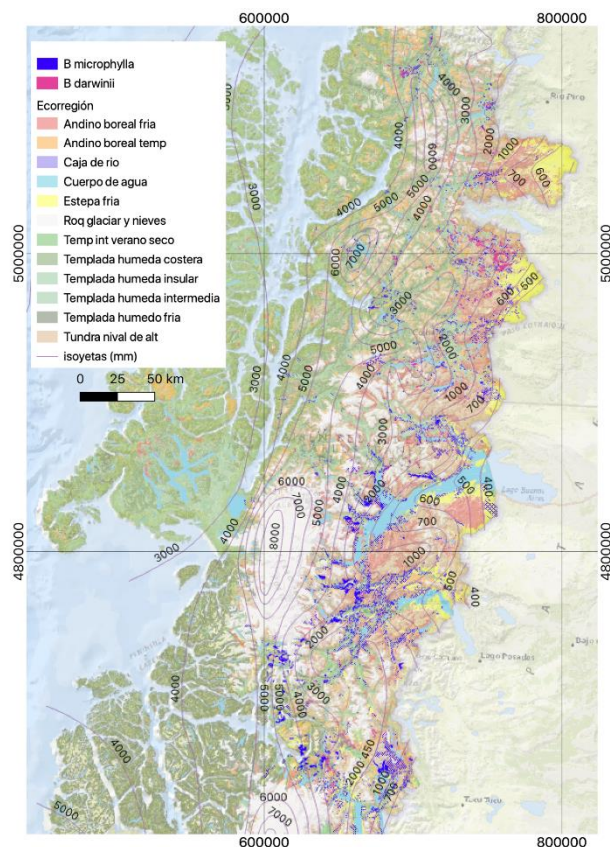


Figura 5. Mapa de la distribución de michay (*Berberis darwinii*) y calafate (*B. microphylla*) en función de la ecorregión y las isoyetas anuales. Fuentes: Elaboración propia en base a Silva, 2014 e IDE 2019).

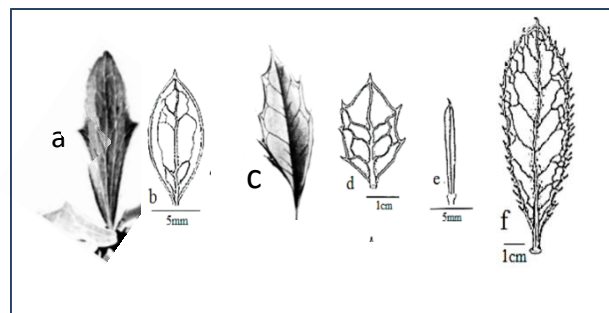


Figura 6: Morfología de las hojas de diferentes especies de *Berberis* de la Región de Aysén: a – *B. microphylla* forma *heterophylla*, b – *B. microphylla*, c- *B. ilicifolia*, d-*B. darwinii*, e- *B. empetrifolia* y f- *B. serratodentata* (Elaboración propia basado en Laundrum, 1999).

Las plántulas nacen con dos cotiledones y una o dos hojas verdaderas siempre espinosas (Figura 7).

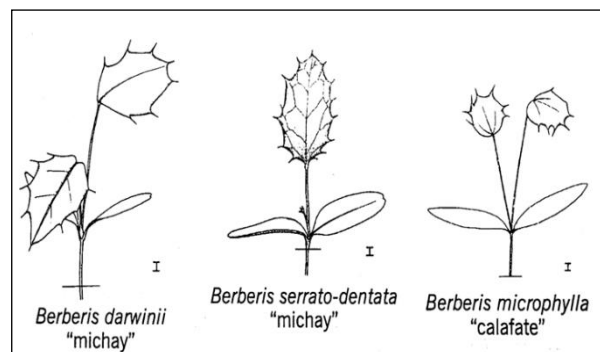


Figura 7. Plántulas de tres especies de *Berberis* de la Región de Aysén (Puntieri y Chiapella, 2011).

PROPIEDADES QUÍMICAS, FISIOLÓGICAS Y POTENCIAL COMO ALIMENTO FUNCIONAL DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *BERBERIS*

FENOLOGÍA

Tabla 1: Estados fenológicos de flor, fruto y vegetativo para las especies de *Berberis* presentes en la Región de Aysén.

	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>B.e</i>	F L	F	F	F	F	V	V	V	V	FL	FL	F L
<i>B.i</i>	F	F	F	V	V	V	V	V	V	FL	FL	F
<i>B.m</i>	F	F	F	V	V	V	V	V	FL	FL	F	F
<i>B.d</i>	F	F	FL	V	V	V	V	V	FL	FL	FL	F
<i>B.mvh</i>	F	F	F	V	V	V	V	V	FL	FL	FL	F
<i>B.s</i>	F	F	FL	V	V	V	V	V	V	FL	FL	F

B.e= *B. empetrifolia*; B.i= *B. ilicifolia*; B.m= *B. microphylla*;
B.d= *B. darwinii*; B.mvh= *B. microphylla* var *heterophylla*;
B.s= *B. serratodentata*; FL= Flor; F= Fruto; V= Vegetativo.

Fuente: Elaboración propia

El género presenta fases fenológicas de apertura de yema y de hoja, hoja expandida (crecimiento vegetativo), botón floral verde y amarillo, flor abierta (flor), fruto cuajado y en crecimiento (fruto); ver Tabla 1. Cada fase se establece cuando más del 50% de la planta presenta esta forma fenológica (Coronel *et al.*, 2009). La floración ocurre desde agosto a marzo, la fructificación desde diciembre a marzo (Landrum, 1999).

El periodo de fructificación dura alrededor de 18 semanas, mientras que el peso máximo de fruto fresco se obtiene en 12 semanas, después de la fase de plena floración. El fruto presenta dos etapas de crecimiento formando una doble curva sigmoidea; la primera dura cerca de 42 días desde la fase plena floración, seguido de un periodo sin crecimiento aparente que dura cerca de 14 días. La segunda etapa dura alrededor de 70-84 días (Arena y Curvetto, 2008). Dependiendo de la latitud, las fases tienden a retrasarse como es el caso de la Región de Aysén.

Los frutos de los *Berberis* son de color negro azulado, carnosos y jugosos, de sabor agri dulce, se caracterizan por presentar una gran cantidad de pigmentos, principalmente antocianinas, las cuales son utilizadas en la industria de los alimentos, como colorantes naturales (Arribillaga y Zegggers, 1998; Ruiz *et al.* 2013; McLeod *et al.* 2015; Pino *et al.* 2018, Pino *et al.* 2019). Además, su madera de color amarillo es una importante fuente de alcaloides, como por ejemplo la berberina (Simian *et al.* 2001; Kahn *et al.* 2013) por tener usos medicinales (Fajardo, 1987).

Los frutos de *Berberis microphylla* y *B. empetrifolia* fueron consumidos habitualmente por los Onas. También los Tehuelches preparaban una bebida con sus frutos, triturándolos y dejándolos macerar en agua sin fermentar (Domínguez, 2010; Pardo y Pizarro, 2016).

En medicina popular al género *Berberis* se asigna propiedades antidiarreicas, para bajar la fiebre, digestivo, estimulante de la secreción de bilis, tónico cardíaco, contra la ictericia, para eliminar cálculos biliares y renales, para trastornos originados por la menopausia, para regular la presión arterial, para la conjuntivitis, contra el reumatismo, las afecciones urinarias, como antibiótico y fungicida natural, para activar el sistema inmunológico y como antiinflamatorio para el tratamiento de tumores, diabetes, enfermedades cardiovasculares, hiperlipidemia, inflamación, infecciones bacterianas y virales, traumatismo por isquemia cerebral, enfermedad mental, enfermedad de Alzheimer y osteoporosis (Fernández, 2007; Hoffman, 1996; Imensahidi & Hosseinzadeh, 2016).

En un estudio realizado por Salinas & Gómez. 2012, se aplicó una encuesta a 105 recolectores de la Región de Aysén, de estos, 35 manifestaron usar calafate de diferentes maneras. Un 70% recolecta sus frutos para mermelada, jugos y licores; 14% recolecta la corteza, 12% las hojas y 4% usa sus raíces sin precisar para qué (presumiblemente tintóreo y medicinal).

Los principios activos presente en los *Berberis* son la berberina, berberidina, palmatina, columbarina y vitamina C (Hartmann *et al.*, 2000). La berberina es un alcaloide poco tóxico, eficiente en el tratamiento de diarreas bacterianas en niños y lactantes, también se utiliza como colirio y para combatir caries dentales (Álvarez y Villarroel, 1986). De la corteza de la raíz se extrae el alcaloide berberina, responsable del color amarillo presente en ellos, cuya concentración varía entre 1 y 4%, dependiendo de la edad de la planta (Fajardo, 1987). Este alcaloide tiene una actividad parecida a la morfina por lo que se ha usado en tratamientos a adictos a la morfina y alcoholismo como droga de reemplazo, pero en sobredosis puede ser mortal produciendo estupor, vómitos, diarrea y parálisis respiratoria; no debe

suministrarse a embarazadas (Fernández, 2007; Rodríguez, 1999). Las dosis de corteza no deben ser superiores a 10 g de corteza de raíz o una cucharada/0,5l de agua, hervir 10 a 15 min y reposar y filtrar. Consumir 1 taza después de las comidas (hasta 3 tasas diarias), actúa contra dolores de estómago, afecciones hepáticas e infecciosas en cólera, *giardia*, *shigela*, *salmonella* y *Escherichia coli* (Cebrian, 2017; Hoffman, 1996; Chavallier, 2001).

Los tipos de alcaloides en *B. microphylla* han sido identificados como: berberina, allocryptopina, calafatina, jatrorrhizina, palmatina, protopina, reticulina y thalifendina descrito por Monsalva *et al.* 2016. Estudios recientes han encontrado en el fruto del michay, el compuesto malvidina asociado al color azul del fruto, siendo esto interesante para la industria de alimentos (Pino *et al.* 2019).

El fruto del calafate contiene varios alcaloides: principalmente berberidina y oxicanina, taninos, resinas, grasas, almidón y ácido málico de acción astringente. Las berberidina y oxicanina son compuestos con propiedades antibacterianas y anti virales naturales, por ello las bayas se pueden usar para combatir los resfríos (Agüero, 2017). El calafate además presenta terpenos, terpenoides y polifenoles como metabolitos secundarios, y la mayor capacidad de absorción de radicales libres de oxígeno de los frutos conocidos (Monsalva *et al.* 2016).

Según un trabajo de Simian *et al.* (2001), donde se estudiaron cuatro especies del género *Berberis* presentes en la Región de Aysén, de las especies analizadas *B. darwinii* y *B. empetrifolia* poseen niveles de berberina ligeramente superiores que *B. microphylla* y *B. microphylla* forma *heterophylla*. Aun cuando todas estas especies inhiben el crecimiento de los microorganismos en estudio como: *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri*, y *Staphylococcus aureus*, aquellas con mayor contenido de berberina parecen ser agentes antimicrobianos más efectivos.

La parte de la planta de calafate que posee mayor cantidad de berberina es la raíz, existiendo menor cantidad en las ramas (aproximadamente la quinta parte) y virtualmente nada de berberina en las hojas. La obtención de la berberina no demanda la muerte de la planta y, por ende, puede transformarse en una fuente más interesante desde la perspectiva de la explotación sustentable del recurso.

Por otro lado, se observa que los extractos de las hojas son antimicrobianos, lo que las transforma en un recurso interesante para estudios médicos futuros (Monsalva *et al.* 2016).

El contenido de antocianinas y flavonoides es similar en calafate y maqui (*Aristotelia chilensis*), pero la capacidad de absorción de radicales libres del calafate (capacidad antioxidante) supera de dos a cuatro veces a las frutas tradicionales y puede llegar duplicar la del maqui (Tabla 2).

Tabla 2: Capacidad de absorción de radicales libres (CARO) de diferentes frutos en base a peso seco en micro Mol Equivalentes. Adaptado de Cárdenas, 2012.

Fruto	Capacidad de absorción de radicales libres CARO
Arándano	33.677
Murtilla	43.574
Maqui	37.174
Calafate	72.425

Las antocianinas detectadas en *Berberis* son el grupo más extendido de flavonoides, pigmento responsable de los colores rojo, rosa, morado y azul. Las antocianinas detectadas en *Berberis* fueron: peonidina, malvidina, petunidin, petunidina y definidina.

PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL GÉNERO *BERBERIS* EN PATAGONIA

En la Tabla 3 se muestran los artrópodos y un hongo que afectan a las especies del género *Berberis* en la Patagonia. Algunos de estos bioantagonistas (pe. *Curculionidae*) que atacan frutos y brotes florales han sido introducidos como control biológico en Nueva Zelanda para el control de *B. darwinii* que se ha transformado en una especie exótica invasora de ese país (Manaaki Whenua Landcare Research, 2019).

Existen dos especies de curculiónidos que se alimentan de flores y semillas del michay: *Anthonomus kuscheli* se alimenta de las flores y *Berberidicola exaratus* se alimenta de las semillas. Estas especies podrían ser responsables de la baja dispersión de semillas disponibles para las aves (Manaaki Whenua Landcare Research 2019).

Puccinia meyeri-albertii afecta al follaje y frutos de *B. microphylla* y *B. darwinii*. La magnitud del potencial de infestación es inversamente proporcional a la intensidad de la lluvia, por lo tanto, es más severa y frecuente en veranos secos (Guerrero *et al.* 2018). La roya del calafate pudiese ser una fase alternante de otras royas asociadas a gramíneas tanto nativas como naturalizadas.

Otra patogenia común corresponde a la presencia de síntomas de fitoplasma en el follaje (Madariaga & Ramírez, 2019; Domínguez *et al.* 2017).

Tabla 3. Bioantagonistas del género *Berberis* en la Patagonia (Fotos: Silva Labbé).

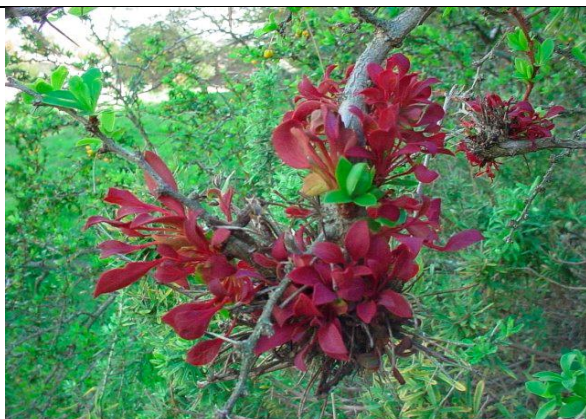
AGENTE DE DAÑO Y HUÉSPED	
 Insecto <i>Strichosa eburatam</i>, Col. Crisomelidae. afectando a <i>B microphylla</i> y <i>B darwinii</i>	 <i>Macromphalia</i> sp Lep. Lasiocampidae en <i>B. darwinii</i>
 <i>Ormiscodes amphimone</i>, Lep. Saturnidae en <i>B microphylla</i>.	 <i>Anthonomus cuscheli</i>. Col Curculionidae. Consume yemas florales y afecta a yemas de <i>B darwinii</i> (Fuente: www.epa.govt.nz)
 <i>Berberidicola exaratus</i>, Col. Curculionidae. Consume frutos y semillas en <i>B. darwinii</i> emergiendo de semillas (www.epa.govt.nz)	 Díptera Cecidomyiidae. Produce agallas



Ilustración: Andrés Burgos
 Posible agalla producida por un ácaro.



Eryphus laetus Col. Cerambycidae. Defoliador en *B. darwinii*.



Puccinia meyeri-albertii (Sin *Aecidium magellanicum*) Orden: Urediniomycetes, Clase: Uredinales, afectando follaje y frutos de *B. microphylla* (arriba) y *B. darwinii* (abajo).
 Fam. Puccinaceae



Síntomas de "ramaleo" por posible fitoplasma en *Berberis microphylla* (Dominguez et al, 2017).

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *BERBERIS* PRESENTES EN LA REGIÓN DE AYSÉN

***BERBERIS EMPETRIFOLIA* LAM. (CALAFATILLO, ZARCILLA, MONTE NEGRO, UVA DE LA CORDILLERA, CALAFATE ENANO)**

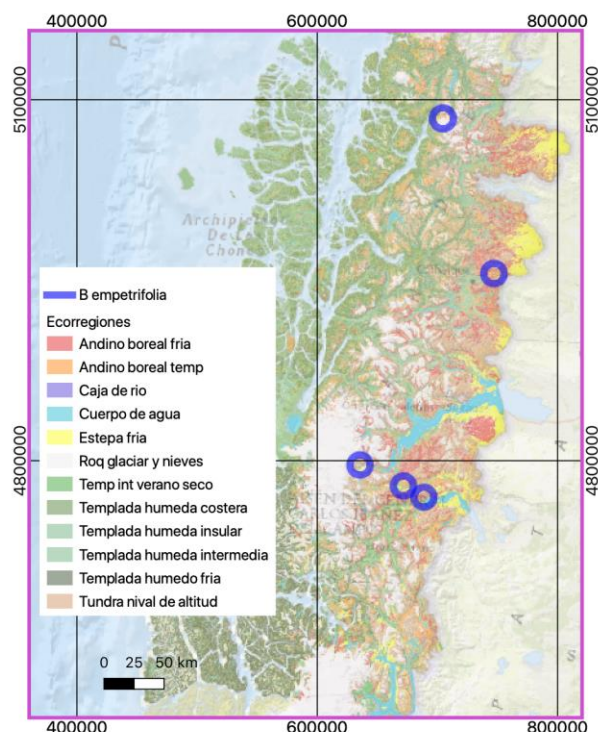


Figura 8. Registros de presencia de *B. empetrifolia* según UMAG, 2019.

Esta especie presenta una amplia distribución, desde la Región de Coquimbo a Magallanes, desde el nivel del mar hasta los 3.500 m.s.n.m. Es un arbusto rústico de crecimiento bajo, que no supera los 0,5 m de altura. Tiene pequeñas hojas estrechas y enteras, sus flores de color amarillo y los frutos son bayas globosas de color negro azulado (Domínguez, 2016).

Las ramitas maduras tienen un color marrón rojizo, las hojas mucronadas y coriáceas reunidas en fascículos de 8 a 10, de forma lineal de 1 a 2 cm de longitud, de color verde azulado, con espinas, aplanados, de color marrón claro con 3 ramificaciones, donde la central puede medir hasta 18 mm, y las laterales que crecen perpendiculares son un poco más cortas (Bottini *et al.* 1993; Landrum, 1999).

Las flores son perfectamente simétricas de 3 a 5 mm de diámetro de color amarillo anaranjado, las que florecen en forma individual entre octubre a noviembre y los frutos maduran durante los meses de enero a febrero. El fruto es de aproximadamente de 4 a 7 mm de diámetro, con un rango de semillas de 1 a 9 (Figura 9).

Esta especie crece en suelos pedregosos, soleados, presenta una amplia distribución en la Región de Aysén, encontrando pequeñas poblaciones de este *Berberis* en Balmaceda, Coyhaique Alto, Valle Simpson, Puerto Ingeniero Ibáñez, Chile Chico, La Tapera y Estancia Río Cisnes.



Figura 9. Hojas, flores y frutos *Berberis empetrifolia* (Fotografías: Silva-Labbé, 2020).

***BERBERIS ILICIFOLIA* L.F (CALAFATE DE LENGUA, MICHAY, CHELIA)**

En voz fueguina, Tohelia (Wilhelm de Mosbach, 2000). Este calafate crece en forma de arbusto siempre verde, alcanzando una altura que fluctúa 1 a 4 m. Las ramitas jóvenes son de color rojo oscuro-marrón, ligeramente peludas, fisuradas con la edad, de color gris a amarillento.

Las hojas son mucronadas, coriáceas, ovadas, ovado-lanceoladas a elípticas, de 2 a 5 cm de largo y 1,2 a 2,2 cm de ancho, donde el margen de la hoja presenta seis largas espinas de 1 a 4 mm de longitud. Las espinas están divididas en tres puntas, una central de hasta 12 mm de longitud y dos laterales ligeramente curvadas o perpendiculares.

Presenta una inflorescencia compuesta por un racimo de 3 a 7 flores de color anaranjado, con flores de 5 a 10 mm de diámetro (Figura 10), florece desde octubre a noviembre y fructifica desde enero a febrero. Los frutos de forma globosa, de aproximadamente 10 mm de diámetro, agrupados en un racimo de 3,5 cm de longitud, los frutos presentan entre 4 a 6 semillas de 5 a 6 mm de largo (Bottini *et al.* 1993; Landrum 1999). Este *Berberis*, se ha localizado en la Región de Aysén, al sur de Villa Cerro Castillo, en Valle Simpson, Lago Cofré y en Bahía Murta.



Figura 10. Hojas, flores y frutos de *B. ilicifolia* (Fotografías: Silva Labbé, 2020).

***BERBERIS MICROPHYLLA* G. FORST (CALAFATE, MICHAY, QUILLIÑ).**

El calafate es un arbusto espinoso, nativo del sur de la patagonia argentina y chilena. Puede alcanzar alturas de 1,5 a 3 m, con el tronco muy ramificado desde la base. Sus hojas son mucronadas, coriáceas, las que están compuestas por tres folíolos pequeños aovados, reunidas en fascículos de 10 y en su base tienen tres estípulas modificadas en espinas trifidas (dos laterales y una central más larga) de unos 2,2 cm de largo, (Arribillaga y Zegggers, 1998; Kutschker *et al.* 2007) ver figuras 6, 10 y 11.

Sus flores son solitarias, pentámeras, simples, colgantes con peciolo largo, de color amarillo, hermafroditas, florece desde octubre hasta noviembre y la madurez de los frutos desde enero a febrero. Crece con frecuencia en los campos abiertos, y pueden cubrir grandes extensiones de terreno, siendo uno de las especies del género *Berberis*, más abundantes en la Región de Aysén.

Su fruto, llamado también calafate, es una baya de color azul negruzco, de 10 mm de diámetro, y contiene de 8 a 11 semillas angulosas (figura 11).

Esta especie presenta valor forrajero, es así como ganado ovino ramonea frutos y brotes tiernos. Una vez que los tallos y espinas se endurecen, ya no es palatable. Así mismo, debido a su tamaño y forma de crecimiento, estos arbustos son utilizados como reparo por los animales.

Este calafate, se encuentra en una amplia zona geográfica (ver Figura 5), asociada al bosque, matorrales de ñirre y bordes de ríos. Se encuentra desde la Zona Húmeda (La Junta, Puerto Aysén, Puerto Cisnes), Zona Intermedia (Valle Simpson) y de Estepa (Balmaceda, Cochrane), se adapta a una amplia gama de suelos y condiciones de humedad y clima.

De acuerdo con Cordero *et al.* 2017, los frutos tienen un sabor dulce acidulado y se consumen frescos o en preparaciones. Con ellos actualmente, se elaboran jaleas, dulces, refrescos, jarabes y compotas mezclando los frutos con azúcar, una bebida a base de aguardiente. En la antigüedad se preparaba una chicha a partir de la fermentación de las bayas. Los frutos deben recolectarse cuando están maduros, durante la primavera y verano.

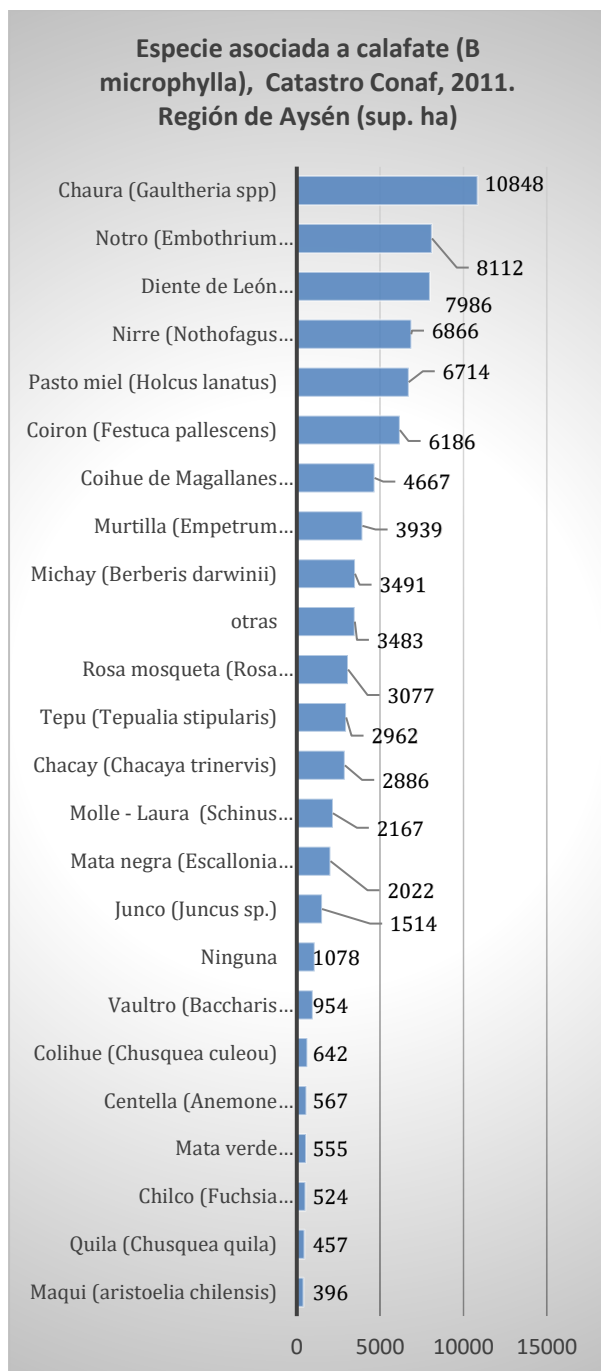


Figura 11. Especies acompañante de calafate (*B. microphylla*) en la Región de Aysén. Fuente: CONAF (2011).

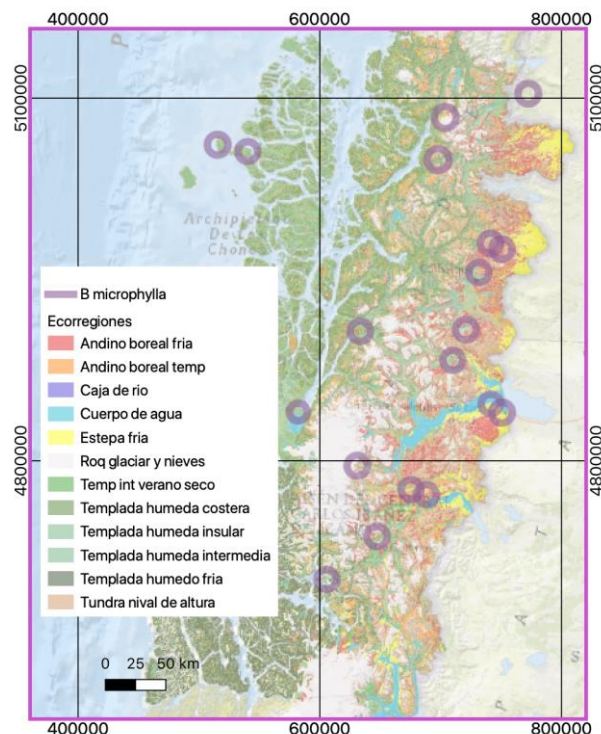


Figura 12. Registros de presencia de *B. microphylla* según UMAG, 2019.

B. microphylla es más abundante y domina en valles con menos de 1.000 mm de precipitación hacia el oriente incluso hasta 500 mm anuales (clima Andino Boreal Templado) en cambio michay abunda con más de 800 mm y aumenta hacia la zona húmeda que corresponden a tipo Andino Boreal Frío (Figura 1 y 2).



Figura 13. Espinas, flores y frutos de *B. microphylla* (Fotografías: Silva-Labbé, 2020).



***BERBERIS DARWINII* HOOK. (MICHAY, QUELUNG)**

La distribución de esta especie es desde la Región Metropolitana hasta la Región de Aysén, encontrándola desde el nivel del mar a los 1.500 m, también se le encuentra en Argentina. Es una planta leñosa siempreverde de aproximadamente 1,5 a 3 metros de altura. Sus hojas son mucronadas y duras, solitarias o reunidas en fascículos de 4. La lámina de la hoja es convexa y de forma romboide o aovada de 1,4 a 3 cm de longitud y de 1,4 cm de ancho, con nervadura visible y el haz de color verde brillante, el borde de la hoja es dentado, y presenta 5 (hasta 7) puntas con pequeñas espinas de hasta 1 mm.

Esta especie presenta pequeñas espinas divididas entre 5 a 7 puntas, de color castaño, de 2 a 7 mm de longitud. Las flores son de color anaranjadas, y se agrupan en inflorescencia de 8 a 14 flores, formando pequeños racimos 2 a 5 cm de largo (Figura 16), florecen durante los meses de octubre a noviembre y los frutos presentan madurez de cosecha durante los meses de enero a febrero.

El fruto es una baya negra azulada, en forma de botellita de 7 a 8 mm, con un pistilo largo de 1,5 a 3 mm, presentando entre 3 a 6 semillas por fruto de 3 a 4 mm de longitud.

La raíz y la corteza del michay se usan para teñir lana de color amarillo. Sus frutos, semejantes a los del calafate, son comestibles al igual que sus flores, que tienen un sabor ácido. Antiguamente se usaban sus frutos mezclados con los del chacay (*Discaria trinervis*) para hacer una chicha y de ahí que también se denominaba chacaihua (Wilhem de Mosbach, 2000).

Las bayas del michay son llamadas micha y son de color negro-azulado son de sabor agri dulce y se consumen crudas o cocidas, se utilizan para la preparación de jugos, dulces y jarabes (Cordero *et al.* 2017). Ligeramente astringentes, cuando maduran se vuelven menos ácidos de mejor sabor. Contienen en promedio 0,2 mg de bromo, 3,2 mg de cromo, 107,6 mg de hierro, 27,0 mg de zinc, 0,1 mg de cobalto, 0,03 mg de cesio, 4,2 mg de calcio, 4,1 mg de molibdeno, 25 mg de potasio, 9,1 mg de bario, 68,1 mg de sodio, 30,2 mg de rubidio y 21,2 de estroncio por cada 1 kg de fruto seco. Las hojas y frutos en infusión se usan contra las inflamaciones. La corteza de la raíz tostada y hecha polvo se usa como cicatrizante de heridas. De la decocción de sus hojas se obtiene un purgante suave y febrífugo.

Los frutos poseen propiedades antioxidantes al igual que otras especies del género y también propiedades antiinflamatorias (Toursarkissian, 1980). Posee alto potencial ornamental debido a sus llamativas flores anaranjadas. Se usa como planta ornamental en Argentina y Chile, y en sus tierras de origen se reconoce lo atractivo que puede resultar el contraste entre sus flores amarillas y su follaje oscuro y brillante (Bottini *et al.* 1993; Landrum, 1999).



Figura 14. Follaje, frutos y plántula de *B. microphylla* (Fotografías: Silva-Labbé, 2020).

Se asocia al bosque andino Patagónico, encontrándose en el bosque de coihue y ñirre, en pequeñas poblaciones en La Villa Santa Lucía, Cerro El Divisadero, El Fraile, Lago Elizalde, Puerto Aysén, Valle Simpson, Puerto Río Tranquilo y en una amplia gama de suelos y climas, sin embargo, en clima templado lluvioso, florece durante toda la primavera, pero produce pocos frutos a causa de la fragilidad de sus flores que son arrancadas por el viento y la lluvia. Fue introducida a Nueva Zelandia en 1946 como planta ornamental desde donde se ha dispersado como una especie exótica invasora. La planta tiene una alta tolerancia a la sombra, la sequía y las heladas y solo es ligeramente tolerante a un drenaje deficiente. Después del daño físico y el pastoreo se produce rebrote de todas las partes (Manahaki Whenua, 2019).

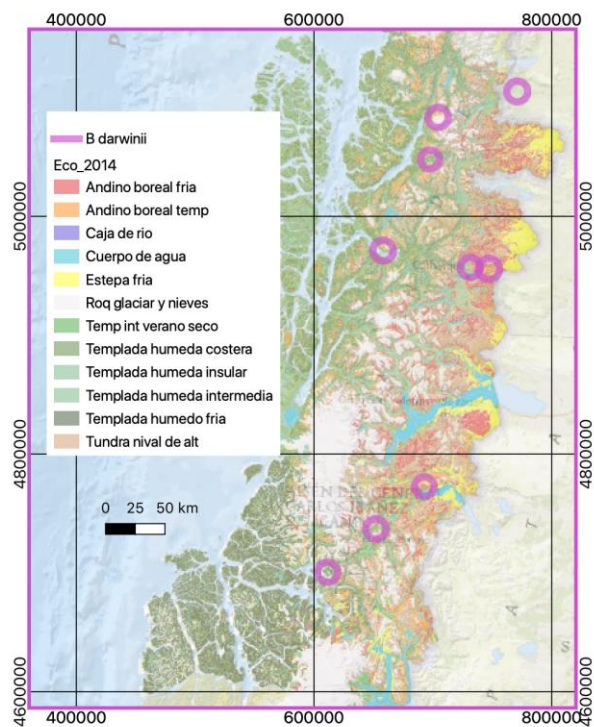


Figura 15. Registros de presencia de *B. darwinii* según UMAG, 2019.



Figura 16. Flores, hojas y frutos de *B. darwinii* (Fotografías F. Silva).

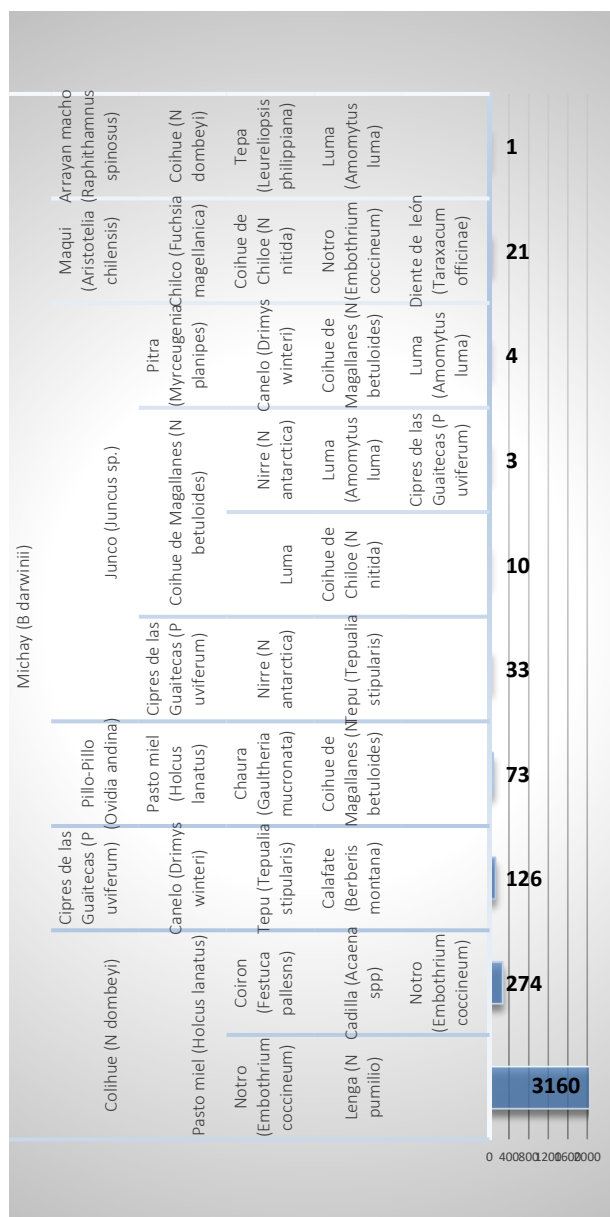


Figura 17. Especies acompañantes en matorrales de michay (*B. darwinii*) en la Región de Aysén. Fuente: CONAF (2011).

***BERBERIS MICROPHYLLA* FORMA *HETEROPHYLLA* (CALAFATE).**

Berberis heterophylla Juss. ex Poir es un sinónimo de *B. microphylla*, actualmente no aceptado como una variedad o ecotipo diferente (Rodríguez *et al.* 2018). Sin embargo, con menos de 400 mm, *Berberis microphylla* presenta hojas con una o dos espinas en sus bordes (Figura 12).

Según Landrum (1999), este calafate presenta diferencias morfológicas respecto de *B. microphylla*, en cuando al largo de la espina y forma y color de la hoja. Corresponde a un arbusto espinoso de hoja perenne, que crece entre 1,5 hasta 3 m de altura, que se desarrolla en una amplia gama de suelos (arena, arcilla) y nutricionalmente pobres. Se caracteriza y diferencia de *B. microphylla* por presentar espinas divididas de 3 a 5 puntas de color castaño claro a rojizo, de mayor longitud 3 a 4 cm, muy gruesas, rígidas y punzantes, además las hojas mucronadas de color verde oscuro con una longitud de hasta 3,6 cm de largo, reunidas en fascículos de cuatro, las que presentan entre tres a cinco espinas (Figura 12) bien definidos en el borde (Bottini *et al.* 1993; Landrum, 1999; Arena, 2001).

Las flores son de color amarillo, aisladas de 8 mm, de diámetro, florece entre agosto a septiembre. Los frutos son globosos y solitarios de 10 a 12 mm, de diámetro de color azul oscuro, con 8 a 11 semillas y maduran durante el mes de enero (Figura 18).

Se le encuentra en matorrales, como individuos aislados en diversos sectores de la Zona de Microclima (Bahía Jara, Chile Chico, Puerto Ingeniero Ibáñez, Fachinal y El Ceballo).



Figura 18. Hojas, frutos y espinas de sub. es *B. microphylla* forma *heterophylla* (Fotografías F. Silva).

***BERBERIS SERRATODENTATA* LECHLER** **(MICHAY DEL BOSQUE, CALAFATE MACHO)**

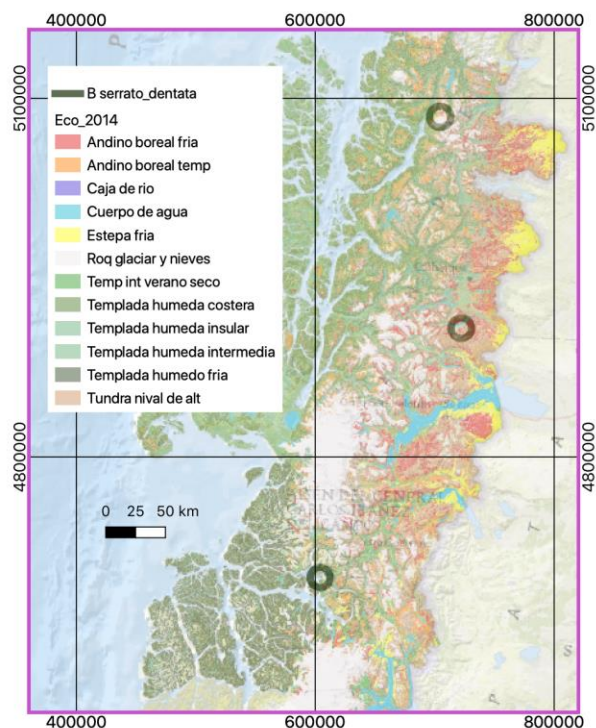


Figura 19. Registros de presencia de *B. serratodentata* según UMAG, 2019.

Este *Berberis*, corresponde a un arbusto siempre verde que alcanza una altura de hasta 1,5 m. Las ramas jóvenes tienen una corteza de color amarillo marrón suave, a veces brillante. Las hojas son mucronadas con un margen dentado y espinoso, de forma oblonga, ligeramente elípticas o elípticas de 2,3 a 9 cm de longitud y hasta 2,4 cm de ancho, reunidas en fascículos de 4 a 8. El borde de la hoja presenta entre 10 a 32 espinas de 1 a 2,5 mm de largo (Figura 20).

Las espinas son escasas incluso ausentes, las que pueden estar divididas desde 3 a 7 puntas, de color castaño claro, pequeñas, finas, rígidas y punzantes. Presenta una inflorescencia compuesta por un racimo de 8 a 15 flores de color naranja, cuyas flores miden entre 5 a 7 mm de diámetro. Florece desde octubre a noviembre y fructifica de enero a febrero, produce una baya globosa de color azul de 7 mm de diámetro, agrupada en racimo de 2 a 3 cm., de longitud, los frutos presentan entre 4 a 6 semillas de 5 mm de longitud (Bottini *et al.* 1993; Landrum, 1999).

Se le encuentra principalmente en la Zona Intermedia y Húmeda, a la sombra en laderas pronunciadas de exposición Sur, quebradas bajo la protección de la vegetación y debajo de grandes árboles, con una filtración de luz del 40 - 80%, por ejemplo, asociada al bosque de lenga, se encuentra en el Cerro El Divisadero, El Fraile y en Caleta Tortel.



Figura 20. Hojas, frutos y flores de *Berberis serratodentata* (Fotografías F. Silva).

A



B



C



Figura 21: Importancia ecológica de los *Berberis* en A y B: el manejo de praderas (arbustización por pastoreo continuo) y C: hábitat de vida silvestres (Fotografías F. Silva).

OPORTUNIDADES Y AMENAZAS

Existe una permanente presión sobre las poblaciones de calafate y michay en la región de Aysén y en otras regiones, debido al fomento de la limpia de matorral que financia el Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S). En el año 2018 se bonificaron sobre 45 millones de pesos en 25 Planes de Limpia de Matorral o Habilitación de Suelos (SAG, 2019) y en menor medida, la cosecha de frutos para mermeladas y bebidas, sin un Plan de Manejo, afecta a estas especies. Hoy se puede observar que la presencia de matorral obedece a una condición de manejo acentuada por la presencia de pastoreo continuo o una baja presión de pastoreo donde el ganado selecciona el consumo de pastos y hierbas por sobre el ramoneo, lo que refleja una condición de bosque

degradado y no necesariamente es un indicador de sobrepastoreo (Ramírez *et al.* 2012; Silva, 2013; Silva *et al.* 1999; Schew *et al.* 1998). También la cobertura de matorral puede verse acrecentada por el drenaje de mallines y turberas donde la depresión de la napa freática provoca una proliferación de especies leñosas incluidos los *Berberis* (Figura 21).

Un tercer elemento determinante en la presencia de estas especies ha sido los planes de manejo que, al abrir el dosel forestal, aumenta la entrada de luz y con ello aumenta la cobertura del matorral. Sin embargo, ninguno de estos fenómenos solo se enuncia para consideración en estudios posteriores.

Los *Berberis* proporcionan hábitat y alimento a la fauna nativa, principalmente aves y pequeños mamíferos que se alimentan de los frutos e insectos polinizadores.

Estos arbustos son también hospederos de insectos tanto fitopatógenos como controladores biológicos otros fitófagos del bosque andino patagónico.

Una función importante que debe ser evaluada es la de protección de suelos y aguas, al participar en la revegetación producto del retroceso de los glaciares y la restauración de bosques degradados, protección de riberas de cauces o de cuerpos de agua. Esta protección mejora la capacidad de retención de humedad, reservorio de nutrientes y la recepción de gases efecto invernadero. Poblaciones de *Berberis* se comportan como bio-filtros y especies nodrizas de la regeneración del bosque y también como huéspedes de hongos micorrízicos.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

Se puede apreciar un número importante de agentes de daño que afectan a los *Berberis*, especialmente al calafate y al michay como, por ejemplo: *Puccinea* sp. (roya), fitoplasmas e insectos desfoliadores de las hojas. Muchos de estos insectos dependen de los matorrales para desarrollar su ciclo biológico, por ejemplo, las polillas que colocan sus huevos sobre las ramas, luego estos eclosionan transformándose en orugas y luego pupan en la hojarasca y llegan a convertirse en adulto y cumplir su ciclo. Algunos de estos defoliadores pueden llegar a tener irrupciones alarmantes como es el caso de *Ormiscodes spp.*

Existe mucha información sobre aspectos bioquímicos relacionados a los metabolitos secundarios que producen estos matorrales, pero se conocen poco las interacciones intra e interespecíficas de las especies del género *Berberis* en la Patagonia. Es por esto, que se deben realizar estudios focalizados a reconocer y manejar los agentes de daño y pensar, en parte, en domesticar estos arbustos cuando el clima y el suelo lo permitan.

Dado los altos índices de obesidad a nivel global y la preocupación por mejorar la calidad alimenticia en la dieta, la tendencia actual es la adquisición y consumo de los llamados “súper alimentos”, definidos como alimentos dotados de capacidades nutricionales superiores, que poseen contenidos elevados en vitaminas, minerales, antioxidantes, ácidos grasos esenciales, fibras, etc. Esto ha llevado a una creciente demanda, beneficiando a Chile por ser uno de los mayores productores de estos frutos. Aunque la mayor exportación se produce en arándanos y frambuesas, en nuestro país se están estudiando nuevas alternativas de berries endémicos como el calafate, que se transforma en una oportunidad de presentar al mundo frutos nativos, con niveles superiores de polifenoles y fibra dietética, en comparación con los berries tradicionales. La comercialización dependerá principalmente de la forma en que se presenten los productos y subproductos de este fruto. Se están ejecutando varias iniciativas para agregar valor al fruto, una de ellas es la elaboración de calafate liofilizado marca KON en la región de Aysén, un polvo que conserva todas sus características funcionales para utilizarlo como

ingrediente en alimentos y bebidas de alto valor en antioxidantes.

Pese al gran potencial económico que se vislumbra, la recolección de este fruto no alcanza grandes volúmenes. El arbusto tiene espinas de hasta tres centímetros que se distribuyen en grupos, lo que dificulta y hace lenta su colecta. En la actualidad no existen cultivos comerciales y solo crece en estado silvestre, aunque hay iniciativas que están abordando su domesticación, la principal actividad seguirá siendo por ahora la recolección silvestre, la cual se realiza en época estival año tras año por los pobladores aledaños a los matorrales y bosques desde donde se recolecta, siendo un producto alimenticio que es parte de la dieta de los habitantes de estos territorios y un reconocido recurso identitario para la población. En la Patagonia existe una identificación social de las comunidades rurales con el calafate incluso es parte de leyendas y dichos, ejemplo de esto es el popular dicho “para volver a la Patagonia hay que comer calafate”.

En la Región de Aysén existen emprendimientos locales que han detectado esta oportunidad, sin embargo, existe un bajo suministro de frutos de calafate. Las principales causas de este problema son:

- i) La baja fructificación en los últimos años según lo informado por los propios recolectores.
- ii) La habilitación de terrenos para el establecimiento de praderas, que altera el hábitat natural y margina las matas remanentes a retazos en laderas y quebradas. Lo anterior incrementa los tiempos de recolección debido al mayor esfuerzo que los recolectores deben realizar, disminuyendo el rendimiento de recolección, y desalienta la actividad recolectora. Esta realidad pone en riesgo el desarrollo en el mediano plazo de los emprendimientos regionales como la actividad de la recolección, y su sustentabilidad del recurso.

Se ha estimado que las superficies de calafate (*B. microphylla*) y michay (*B. darwinii*) abarcan cerca de 80 mil y 40 mil ha (respectivamente) como especie dominante de matorrales. El calafate tendría una mayor amplitud ecológica con presencia desde el litoral hasta la estepa, pero su mayor población ocurre en ambientes con menos de 800 mm anuales de precipitación, a diferencia del michay que se concentra en ambientes más húmedos, pero también en ambientes en torno al bosque Andino Patagónico. De los otros *Berberis* se desconoce la magnitud de su población, aunque *B. empetrifolia* abunda hacia la estepa y los otros *Berberis* forman parte del sotobosque en variadas situaciones ecológicas.

En contexto, la presente publicación da cuenta de la taxa de diferentes especies de *Berberis* y su distribución geográfica dentro de la región de Aysén. Así también se hace una revisión de los agentes de daño, propiedades medicinales, alimenticias y tintóreas. Dentro de las plagas y enfermedades se citan cuatro especies de coleópteros (dos curculionidos, un crisomélido y un cerambícido), además de dos lepidópteros y otros agentes de daño poco conocidos como un fitoplasma que produce

“escobas de brujas”, agallas (producidas por un díptero y otra especie desconocida) y una roya. En el caso de la roya del calafate, deberá estudiarse la interacción con otras royas que afectan a gramíneas nativas y naturalizadas de Aysén, tal como ocurre en otras latitudes.

Es evidente la necesidad de estudiar las relaciones intra e interespecíficas y los servicios ambientales que prestan estos arbustos, la promoción de estos servicios y el diseño de prácticas y programas que fomenten el manejo sustentable dentro de un marco de ordenación de cuencas hidrográficas, ordenación predial y mitigación del cambio climático.

Debe ser una tarea necesaria el mejorar los estándares de sustentabilidad de todos los rubros silvoagropecuarios de la Región donde los *Berberis* contribuyen tanto en la regeneración del bosque nativo, la protección de cauces, el secuestro de carbono, el diseño de biofiltros en el establecimiento de praderas y la domesticación de estos berries nativos.

BIBLIOGRAFÍA

Agüero, E. (2017). *Plantas medicinales silvestres del centro de Argentina*. Editorial Ecoval. 450 pp.

Álvarez, P. y Villarroel L. (1986). Rendimientos de extracción de alcaloides de *Berberis chilensis* en un percolador de lecho fijo. *Contribuciones Científicas Tecnológicas*, Universidad de Santiago de Chile. 72:5-8.

Arena, M. Sanmartino, L., Cabana, J., Vicente, A. y Silvia, R. (2018) Calafate. *Berberis microphylla*. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola de los Países del Cono Sur. PROCISUR. IICA. 24 Pp.

Arena, M. y Vater, G. (2001). Producción de frutos y crecimiento de *Berberis heterophylla* Juss. en dos sitios de la Patagonia Austral. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET). Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. *Investigación Agropecuaria. Producción Vegetal* 16(1):49-57.

Arena, M. & Curvetto, N. (2008). *Berberis buxifolia* fruiting: Kinetic growth behavior and evolution of chemical properties during the fruiting period and different growing seasons. [Scientia Horticulturae](#). (118) 120-127
doi: 10.1016/j.scienta.2008.05.039

Arribillaga, D. y Zegggers, M. (1998). Explotación Industrial del calafate. *Revista Tierra Adentro*. (21) 18-19 Pp.

Bottini, C., Bustos, D. Bran, D. (1993). Arbustos de la Patagonia, Calafate y Michay. *Revista Presencia* 8 (30) 5-9.

Bown, D (1995). *Enciclopedia de las hierbas y sus usos*. España. Grijalbo. 424 Pp.

Cárdenas, A. (2012). *Identificación e incidencia de Puccinia meyeri-albertii P. Magn. en calafate (Berberis microphylla G. Forst.) y michay (Berberis darwinii Hook.) en el llano central de la Región de La Araucanía*. (Tesis de pregrado) Universidad de La Frontera, Temuco. Chile. 101 Pp.

Cebrian, J. (2017). *Diccionario de Plantas Medicinales*. España. Editorial Integral. 680 Pp.

Chavalier, A. (2001). *Encyclopedia of medicinal plants*.USA. DK Publishing. 336 Pp.

Cordero, S., Abello, L., Galvez, F. (2017) *Plantas silvestres comestibles y medicinales de Chile y otras partes del mundo. Guía de Campo*. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 292 pp.

Coronel, L., Furno, M., Arena, M. (2009) *Respuestas en la sucesión de fases fenológicas en plantas de Berberis buxifolia frente a diferentes dosis de macronutrientes*. Libro Resúmenes del [XXXII Congreso Argentino de Horticultura](#). Argentina.

Domínguez, E. (2010). Flora de interés etnobotánica usada por los pueblos originarios: Aónikenk, Selk'nam, Kawésqar, Yagan y Haush en la Patagonia Austral. *Dominguezia* 26(2):19-29.

Domínguez, E (2016). *Flora Nativa Torres del Paine*. Santiago, Ocho Libros Editores, Segunda edición. 343 pp.

Domínguez, E, LEOD, MC., Pino, M., Sepúlveda, P., Aguila, K., Ojeda, A. (2017) Funciones y servicios del calafate en la región de Magallanes. *INIA Kampenaike Informativo* N°67:1-6.

Fajardo, V. (1987). Estudio químico de las especies chilenas del género *Berberis*. *Revista Latinoamericana de Química* 8(1) 46-50.

Fernandez, J. (2007). Hierbas y plantas curativas 3ª ed. Condorhuasi. Buenos Aires. 384 Pp.

Guerrero, J., Cárdenas, A., Bensch, E., Meriño, C. y Pérez, S. (2018). *Puccinia meyeri-albertii* in leaf and fruit of calafate (*Berberis microphylla*) in La

Araucanía Region, Chile. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUIYO* 50(2) 331-341.

Hartmann, P., Silva, F., Parada, V., Moraga, L., Medina, H. Ullrich, T. y Saini, G. (2000). Hierbas de Aysén. Proyecto de investigación y difusión en plantas medicinales y aromáticas de la Región de Aysén. Fundación para la innovación agraria. 112p. Recuperado de <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/145296>.

Hoffman, D. (1996). *Atlas ilustrado de las Plantas medicinales. Guía de las 200 plantas más comunes*. Susaeta. 257 pp.

Imenshahidi, M. & Hoosseinazadeh, H. (2016). *Berberis vulgaris* and Berberine: An Update Review. *Phytother Res.* 30 (11): 1745-1764. doi: 10.1002 / ptr.5693. Epub.

Khan, F., T. Qidwai, R., Shukla, K., & Gupta, V. (2013). Alkaloids Derived from Tyrosine: Modified Benzyltetrahydroisoquinoline Alkaloids. K.G. Ramawat, J.M. Mérillon (eds.), *Natural Products*, doi 10.1007/978-3-642-22144-6_15.

Kutschker, A., Menoyo, H., Hechem, V. (2007). *Plantas medicinales de uso popular en comunidades del oeste del Chubut*. Ed. Bavaria, Bariloche, Argentina. 139 pp.

Landrum, L. (1999). *Revision of Berberis (Berberidaceae) in Chile and adjacent southern Argentina*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86 (4):793-834.

Madariaga, M., & Ramírez, I. (2019). Identification of a phytoplasma associated with witches' broom symptoms in calafate (*Berberis microphylla* G. Forst. 493-498.

Manosalva, L., Mutis, A., Urzúa, A., Fajardo, V., Quiroz, A. (2016). Antibacterial Activity of Alkaloid Fractions from *Berberis microphylla* G. Forst and Study of Synergism with Ampicillin and Cephalothin. *Molecules* 21(1):76.

Leod, MC., Pino M., Águila, K., Ojeda, A. (2015). Calafate (*Berberis microphylla*): otro superberry chileno. *Informativo INIA kampenaike* (38) 1-4.

Pardo, O. y Pizarro, J. (2016). *Plantas alimenticias prehispánicas*. Ediciones Parina 429 pp.
Pino, M., Zamora, O., Leod, MC., Águila, K., Ojeda, A., Vergara, C. (2018). Calafate: propiedades del fruto y su potencial como ingrediente. *Instituto de*

Investigaciones Agropecuarias – INIA. Informativo Kampenaike (78):1-4.

Pino, MT., Pérez, R., Vergara, C, Domínguez, E. y Zamora, O. (2019). Michay: berry nativo de amplia distribución con metabolitos de interés para la industria de alimentos. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA. Informativo La Platina* (38) 1-4.

Punteri, J. & Chiapella, J. (2011). *Plántulas de la Patagonia*. Guía breve de identificación. Chile. Editorial Caleuche. 112 pp.

Ramírez, C., Sandoval, V., San Martín, C., Álvarez, M. & Pérez, Y. & Novoa, C. (2012). El paisaje rural antropogénico de Aysén, Chile: Estructura y dinámica de la vegetación. *Gayana Bot.* 69(2) 219-231

Rodríguez, A. (1999). *Plantas medicinales y aromáticas*. Servilibro Ed. 381 pp.

Rodríguez, R., Marticorena, D., Alarcón, D., Baez, B., Cavieres, L., Finot, V., Fuentes, N., Kiessling, A., Mihoc, M., Pauchard, E., Ruiz, P., Sánchez, P & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica*. 75(1) 1-430.

Ruiz, A., Mardones, C., Hermosín, L., Von Baer, D., Hinrichsen, P., Rodríguez, R., Arribillaga, D., Domínguez, E. (2013). Analysis of hidroxcinnamic acids derivates in calafate *Berberis microphylla* G. Frost berries by liquid chromatography with photodiode array and mass spectrometry detection, *Journal of Chromatography Analysis* (1281) 38-45.

SAG (2019). Informe final Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S). Datos no publicados.

Salinas, J. & Gómez, C. (2012). *Estudio de Productos Forestales No Madereros (PFNM) de la Región de Aysén*. Instituto Nacional Forestal INFOR. 43 pp

Scheu, R., Ahumada, M., Cerda, J., Silva, F., Cruces, P. (1998). *Guías de Condición para los Pastizales de la Ecorregión Esteparia Fría de Aysén*. Subdepartamento de Divulgación Técnica, Servicio Agrícola y Ganadero. 95pp.

Silva, F. (2013). *Flora Agropecuaria de Aysén*. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Región de Aysén. Primera edición. 520 pp.

Silva, F. (2014). Ecorregiones de Aysén. In: Hepp, C. y Stolpe, N.B. 2014. Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia occidental (Aysén). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamei Aike*, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 160 p

Silva, F., Ahumada, M. & Cerca, J. (1999). *Guías de Condición para los Pastizales de la Ecorregión Templada Intermedia de Aysén*. Subdepartamento de Divulgación Técnica, Servicio Agrícola y Ganadero. 127 pp.

Simian, P., Castro-Gómez, R., Budinich, M., Del Valle, M. & Arribillaga, D. (2001). *Obtención de extractos de Berberis y estudio de su acción antimicrobiana. Informe final proyecto Domesticación del Calafate (Berberis buxifolia), para fines agroindustriales*. In D. Arribillaga, (2001). informe final Domesticación del Calafate (*Berberis buxifolia* Lam) para fines agroindustriales. Pág 21-37.

Toursarkissian, M., (1980). *Las plantas medicinales de la Argentina*. Ed. Hemisferio Sur. 178 pp.

Wilhem de Mosbach, E. (2000). *Botánica Indígena de Chile*. Editorial Andrés Bello. 136 pp.

Revisado para la elaboración de este trabajo:

IDE, (2019):

<http://www.ide.cl/index.php/oceanos-y-costa/item/1493-isoyetas>

Manaaki Whenua Landcare Research, (2019)

<https://www.landcareresearch.co.nz/discover-our-research/biosecurity/weed-management/approvals/darwins-barberry/>

CONAF (2011). Actualización del catastro del bosque nativo:

<https://sit.conaf.cl/>

UMAG, 2019. SIB-Aysen:

<https://kataix.umag.cl/sib-aysen/>