

MAQUI

El fruto silvestre de mayor importancia en Chile

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INFOR

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación.

MAQUI

El fruto silvestre de mayor importancia en Chile

Editores

Jaime Salinas S.[1]
Gonzalo Caballé[2]

[1] Instituto Forestal, Sede Patagonia. Encargado Nacional de Línea de Investigación de PFNM. Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl
[2] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Bariloche, Argentina. caballe.gonzalo@inta.gob.ar



Instituto Forestal
Sucre 2397 – **Ñ**uñoa
Santiago - **C**HILE
F. +52 (2) 223667115
www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-182-1
Registro Propiedad Intelectual N° 2021-A-753
Instituto Forestal

Editores: Jaime Salinas Sanhueza y Gonzalo Caballé

Revisor: Santiago Barros Asenjo

Diseño: Marisel Lobos Rivera

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Salinas, Jaime y Caballé, Gonzalo (Eds.), 2020. Maqui, el fruto silvestre de mayor importancia en Chile. Instituto Forestal, Chile. P. 248.
https://doi.org/10.52904/20.500.12220/30380



Prólogo

El Instituto Forestal (INFOR) es un Instituto Tecnológico de Investigación del Estado de Chile, adscrito al Ministerio de Agricultura. Desde más de dos décadas viene desarrollando investigación y transferencia tecnológica en el rubro de los Productos Forestales no Madereros (PFNM) a lo largo de Chile, lo que originó la creación de la Línea de Investigación de PFNM del instituto, conformada por profesionales y técnicos distribuidos en las diferentes oficinas desde la Serena hasta la Región de Aysén.

Los PFNM son definidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), como aquellos bienes de origen biológico, distintos de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de los bosques; definición que considera bienes de origen animal y vegetal, independientemente de si el bosque es nativo o es plantado. Entre ellos se encuentra el maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, especie nativa y endémica de Chile y Argentina, que produce un fruto comestible con un alto contenido de antioxidantes, lo que ha despertado el interés de la industria nutracéutica nacional e internacional.

Actualmente Chile posee una economía abierta al mundo, lograda a partir de una gran cantidad de tratados internacionales, que le han permitido la exportación de productos, mineros, forestales y agroindustriales. En el transcurso del desarrollo económico del país, diferentes productos agroalimentarios se han posicionado con gran potencial de exportación, entre los que destacan las manzanas, uvas y kiwis. Años después, el mercado observó un gran potencial en la producción y exportación de arándanos, cerezas y otros berries. En la actualidad, y gracias a la diversidad de flora nativa y a las excepcionales condiciones climáticas del país, se observa un gran potencial para el desarrollo de la industria agroalimentaria incorporando otras especies vegetales como el maqui.

El presente escrito recopila y actualiza información del documento *Monografía de Maqui* publicado en el año 2012 por la línea de PFNM de INFOR. En este nuevo documento se integra la experiencia de investigadores de distintas universidades, profesionales de instituciones públicas y privadas, e investigadores del instituto.

Finalmente, INFOR espera que el presente libro constituya un aporte al conocimiento de esta noble especie de los bosques nativos de Chile, que en tiempos pasados sostuvo la alimentación de nuestros pueblos originarios y en la actualidad aporta a la economía de cientos de personas en el sector rural y que puede constituir el Berry nativo que visibilice a Chile en el mundo.



Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

Contenido

INTRODUCCIÓN……..…….…….....**9**

CAPÍTULO 1. ……**12**
Antecedentes generales de la especie maqui (*Aristotelia chilensis* Mol. Stuntz). Jaime Salinas; Fernán Silva.

CAPÍTULO 2. ……..……..……**56**
Silvicultura y manejo de maqui. Jaime Salinas; Mauricio Aguilera; Andrea Álvarez; Gerardo Valdebenito.

CAPÍTULO 3. ……..……**82**
Propuesta silvícola y de recolección sustentable para formaciones de maqui (*Aristotelia chilensis* Mol. Stuntz) en la región de Aysén. Fernán Silva; Jaime Salinas.

CAPÍTULO 4. ……..**106**
La domesticación del maqui, un estudio de caso en Chile. Roberto Ipinza; Braulio Gutiérrez; Carlos Magni; Maria Paz Molina; Jaime Espejo.

CAPÍTULO 5. ..……**145**
Procesos y productos en base a maqui. *Susana Benedetti.*

CAPÍTULO 6. ……..…….…….……**166**
Normativa chilena aplicable a *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz. Marlene González.

CAPÍTULO 7……..…….……**182**
Mercado interno y de exportación de maqui. Pamela Poblete; Jaime Salinas.

CAPÍTULO 8. ……..……..……**196**
Química del maqui. Carolina Fredes; Alejandra Parada; Paz Robert.

CAPÍTULO 9. ……..**233**
Análisis económico del cultivo del maqui. *Felipe Torti.*

CONCLUSIONES GENERALES……..……..**243**

INTRODUCCIÓN

La FAO define a los Productos Forestales No Madereros (PFNM) como bienes de origen biológico (vegetal y animal), distintos de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de los bosques. Esta definición es utilizada por diferentes países, entre ellos Chile, debido a que excluye el término de "servicio", considera bienes de origen animal y vegetal, e incluye a productos dependiente de la naturaleza artificial o natural del bosque.

La valoración económica, social, ambiental y patrimonial de los PFNM generados por los ecosistemas boscosos es creciente en el mundo, donde el 80% de la población utiliza estos bienes para satisfacer necesidades nutricionales y de salud. Chile posee ventajas significativas en este rubro, producto de una amplia variabilidad climática y diversidad de recursos naturales con altos grados de endemismo, aspectos que hoy dan origen a un amplio y creciente mercado internacional y significativos volúmenes de consumo local. Las exportaciones de los PFNM durante el año 2019 totalizaron US$85,7 millones.

La familia *Elaeocarpaceae* agrupa más de 670 especies reconocidas. El género *Aristotelia* está representado por 8 especies, distribuida en las zonas templadas del Pacífico Sur, encontrándose en Chile, Argentina, Nueva Zelandia, Australia e Isla Tasmania (Silva y Bittner, 1992). Entre estas especies se encuentra el maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, especie nativa y endémica de Chile y Argentina. En nuestro país existen cerca de 170.000 hectáreas de formaciones naturales, distribuidas desde el Limarí hasta la Región de Aysén, tanto en el Valle Central como en ambas Cordilleras, desde el nivel del mar hasta los 2.500 m.s.n.m. (Rodríguez *et al*., 1983). Se desarrolla preferentemente en quebradas, faldeos de cerros o márgenes de bosques. Además, se presenta como invasora en la Isla Juan Fernández, formando extensos matorrales en

los valles y penetrando el bosque, donde puede alcanzar considerables alturas. La especie se desarrolla en climas mediterráneos semiáridos y templados subhúmedos y húmedos (Vogel *et al*., 2005). Crece asociado a otras especies o bordeando bosques, en lugares húmedos, coloniza con facilidad terrenos que han perdido su cubierta vegetal, transformándose en una especie pionera de bosques recién quemados o talados. Las comunidades que forma se denominan "macales", que cumplen la función de proteger terrenos de agentes erosivos.



El fruto del maqui es una baya redonda comestible de color negro brillante (Hoffmann, 1997), con un alto contenido de antioxidantes (Bittner *et al.,* 1995). Esta última cualidad le confiere variadas ventajas desde el punto de vista de sus propiedades saludables, curativas y cosméticas, lo que ha despertado el interés de la industria nutracéutica nacional e internacional, y ha contribuido a que el maqui sea ampliamente reconocido en la última década.

Las estadísticas de comercio exterior del Instituto Forestal actualmente señalan que las exportaciones chilenas de maqui durante la temporada 2019 alcanzaron un total de 75 toneladas, equivalente a US$ FOB 1.345.400. Los principales destinos son EEUU, Alemania, Japón y Corea. Entre las formas de exportación destaca el fruto congelado, deshidratado en polvo, fruto deshidratado entero y el jugo concentrado de maqui.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento de las formaciones de maqui, así como al rescate cultural de la recolección y a la generación de nuevas oportunidades de negocios, el Instituto Forestal a través de su Línea de Investigación de PFNM, entrega estos antecedentes para orientar a quienes quieran explorar y emprender en forma sustentable, en este interesante ámbito de las ciencias forestales.

El contenido de este libro está organizado en diez capítulos, el primero hace referencia a las características generales de la especie. Los capítulos 2 y 3 abordan temáticas de silvicultura, manejo y recolección sustentable. En el cuarto se presenta antecedentes sobre la domesticación del maqui en la Región de los Ríos. El capítulo 5 hace una recopilación sobre los usos, procesos y productos que se han generado a partir de la especie. El capítulo 6 explora los aspectos normativos para la cosecha de frutos en formaciones naturales. En el número 7 se presenta información sobre mercado y estadísticas de exportación del maqui. Mientras que el capítulo 8 entrega antecedentes sobre el potencial químico de la especie y finalmente el capítulo 9 se presenta un análisis económico para el cultivo de maqui.

Estimado lector, esperamos que el presente documento sea de verdadera utilidad para su quehacer profesional, educacional o comercial, además de constituir un aporte al conocimiento de esta noble especie nativa, que otorga bienestar a cientos de personas que viven y hacen uso de los bienes y servicios que entregan nuestros bosques nativos en Chile.

CAPÍTULO 1



ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE MAQUI (*ARISTOTELIA CHILENSIS* MOL. STUNTZ)

Jaime Salinas[3] ; Fernán Silva[4]

[3] Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl
[4] Servicio Agrícola y Ganadero, Coyhaique, Chile. fernan.silva@sag.gob.cl



1. INTRODUCCIÓN

El género *Aristotelia*[5] agrupa a 8 especies de árboles y arbustos de la familia *Elaeocarpaceae* con más de 670 especies reconocidas. Corresponde a plantas dioicas (sexos en pies separados o árboles macho y árboles hembra). Fitogeográficamente el género *Aristotelia* se presenta en hemisferio sur (Chile, Perú, Argentina, Australia, Nueva Zelandia y Tasmania). En Nueva Zelandia existe una especie denominada *Aristotelia serrata* Oliv. de aspecto similar al maqui y cuya denominación local es makomako, lo que podría dar cuenta de un origen común desde el punto de vista etnobotánico.

Aristotelia chilensis Mol. (Stuntz) "maqui" es una especie endémica de los bosques templados y secundaria o pionera en el tipo forestal siempre verde valdiviano. En Chile crece desde el Limarí hasta la Región de Aysén, tanto en el Valle Central como en ambas Cordilleras, desde el nivel del mar hasta los 2.500 m.s.n.m. (Rodríguez *et al*., 1983). Se desarrolla preferentemente en quebradas, faldeos de cerros o márgenes de bosques. Además, se presenta como invasora en la Isla Juan Fernández, formando extensos matorrales en los valles y penetrando el bosque, donde puede alcanzar considerables alturas. Crece asociado a otras especies o bordeando bosques, en lugares húmedos, coloniza con facilidad terrenos que han perdido su cubierta vegetal, transformándose en una especie pionera de bosques recién quemados o talados.

El maqui no es una planta tolerante a la sombra, resiste heladas de hasta 6°C bajo cero, crece en suelos húmedos, de texturas medias a livianas, pero en general ricos en materia orgánica de pH ácido a neutro. La planta no es auto fértil y necesita individuos machos para ser fertilizada[6].

[5] http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Elaeocarpaceae/Aristotelia/
[6] https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Aristotelia+chilensis

En Chile se cosechan cerca de 1.000 toneladas de maqui al año, de este volumen, alrededor de 800 toneladas se cosechan entre las regiones del Biobío y Los Lagos y el 20% restante se colecta en la Región de Aysén, principalmente en la comuna de Aysén. En este capítulo se recopila información sobre las principales características de la especie, sus usos, morfología y distribución natural.



2. ANTECEDENTES GENERALES

El maqui se distribuye desde la Región de Coquimbo hasta la de Aysén, incluso es posible encontrarlo en el Archipiélago Juan Fernández (Rodríguez, 1995). Crece principalmente en deslindes de bosques y lechos de cursos de agua, asociado siempre a otras especies de mayor importancia. Posee una gran plasticidad morfológica, presentándose como arbusto en la zona más septentrional de su distribución y como árbol en la zona meridional.

Se comporta como especie pionera en las primeras etapas de sucesión, colonizando terrenos quemados o explotados, formando agrupaciones densas y monoespecíficas conocidas con el nombre de "macales", que cumplen la función de reducir la erosión y generar las condiciones para que se establezcan otras especies que requieren mejores condiciones de sitio. *A. Chilensis* se desarrolla en climas mediterráneos semiáridos y templados subhúmedos y húmedos (Vogel *et al.,* 2005).

2.1 Clasificación Taxonómica

Según el sistema de clasificación APG IV, maqui se clasifica de la siguiente forma:

Reino	: *Plantae*
Clade	: Traqueofitas
Clade	: Angiospermas
Clade	: Eudicots
Clade	: Rosids
Orden	: Oxalidales
Familia	: Elaeocarpaceae
Género	: *Aristotelia*
Especie	*: Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz.
Nombre común	: Maqui, maquei, queldrón, queldón, clon, coclón, koelon (Argentina, Chile), aki (Mapuche); makiberry (inglés).

(Govaerts et al. 2020)

Taxonomías similares: *Aristotelia serrata* (J.R. Forst. et G. Forst) W.R.B. Oliv. Es un árbol de Nueva Zelanda dioico al igual que el maqui y que comparten una denominación fonética parecida (makomako). Este árbol maorí se diferencia del maqui por que alcanza 10 m de altura, tiene flores rosadas y el borde de las hojas es fuertemente aserrado, sin embargo, no estaría presente en Chile[7].

[7] https://www.inaturalist.org/

2.2 Caracterización botánica

El maqui también se reconoce como Koleón, Clon, Maquei y Queldrón. Es un árbol pequeño perteneciente a la familia *Elaeocarpaceae*, esta familia posee 10 géneros y alrededor de 670 especies en el mundo, que se distribuyen en regiones tropicales y templadas del mundo (con excepción del continente africano). El género *Aristotelia* está representado por 8 especies, distribuida en las zonas templadas del Pacífico Sur, encontrándose en Chile, Argentina, Nueva Zelandia, Australia e Isla Tasmania (Silva y Bittner, 1992). Además de maqui en nuestro país se encuentran dos especies que pertenecen a esta familia; *Crinodendron hookerianum* Gay. (Chaquihue) y *Crinodendron patagua* (Mol.) (Patagua) (CHILEBOSQUE, 2012).

En lugares abiertos esta especie puede alcanzar entre 4 o 5 metros de altura y cuando crece en comunidades adquiere forma arbustiva (Hoffmann, 1982). Por otro lado, Zevallos y Matthei, (1992) cit. por Bonometti (2000), indica que el maqui es un árbol delgado de 30 a 35 cm de diámetro que alcanza una altura de hasta 10 metros.

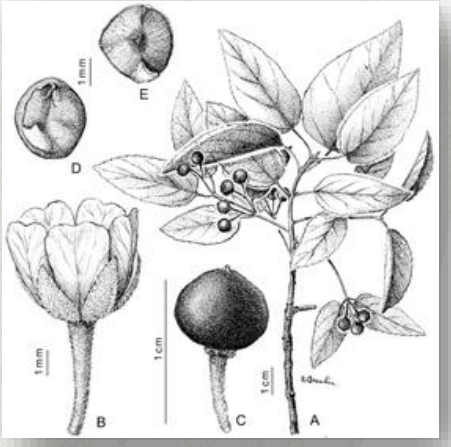




Figura 1. Hojas de *A. chilensis*, haz (izquierda), envés (derecha).

Es un árbol perenne y dioico, que se comporta como tropófito[8] facultativo aportando materia orgánica al suelo. El tronco es grisáceo y delgado, corteza lisa fácil de desprender en largas tiras fibrosas. Las hojas son simples, opuestas y decusadas, de 13 cm de largo por 3 a 7 cm de ancho (Riedemann y Aldunate, 2004 cit. por Olate, 2008), péndulas, de forma oval-lanceolada, con borde aserrado, glabras, de textura coriácea, con nervadura marcada provista de un peciolo largo y rojizo (Torres, 2007).

[8] En botánica y agricultura se denomina tropófito a las plantas no xerófitas que poseen mecanismos de adaptación que la capacitan para sobrevivir durante un periodo estacional desfavorable ya sea por frio o sequía.



(F)



(G)



(Fuente: http://www.darwin.edu.ar)

Figura 2. Morfología del maqui A: ramilla frutal, B: flor, C: fruto, D-E: semilla, F: hábito arbustivo, G: hábito arbóreo.

Tanto las flores femeninas como las masculinas se disponen en racimos en árboles separados (Riedemann y Aldunate, 2004 cit. por Olate, 2008). Las flores se encuentran en inflorescencia en corimbo de 2 a 3, que nacen de las axilas de las hojas, presentando flores unisexuales (Muñoz, 1980; Hoffman *et al*., 1992; Matthei, 1995; Cárdenas, 1998; Cabello, 2003). Estas flores son de color amarillo claro, de 5-6 mm de diámetro, con un cáliz campanulado de 5 a 6 sépalos lanceolados, agudos de 2 a 2,5 y 1 a 1,5 mm de ancho, con 5 a 6 pétalos libres, transovados, de 3 a 4 mm de largo (Rodriguez *et al.*, 1983; Hoffman, 1997; Cabello, 2003). El tamaño pequeño de las flores de maqui podría hacer que con lluvias abundantes caiga la flor, sin embargo, Urban (1934), menciona que, por la disposición

colgante de sus flores, están protegidas de la lluvia y el rocío. El periodo de floración se genera entre principios de octubre y principios de noviembre, mientras que el periodo de fructificación ocurre durante diciembre y enero.



Figura 3. Flores de *A. chilensis.*

El fruto del maqui es una baya redonda comestible de color negro brillante, de unos 5 mm de diámetro, de pulpa dulce en cuyo interior hay dos semillas angulosas (Hoffmann, 1997), otros autores mencionan que posee entre 2 a 4 semillas angulosas de 3 mm de largo y 2 mm de ancho (Oyanadel, 2002). Bittner *et al.,* (1995), menciona que el color púrpura oscuro del fruto se debe a la presencia de antocianidinas. Este fruto posee alto valor alimenticio y un porcentaje de humedad de 56,4% (Correa y Yesid, 1992; Santibáñez, 2008). Por el dulzor de su pulpa es muy apetecida en las localidades rurales para su consumo fresco, como así mismo por las aves nativas que contribuyen a su propagación a grandes distancias. Producto de este último mecanismo el maqui prolifera en ambientes quemados o talados, comportándose como una especie

pionera en las áreas perturbadas (Donoso, 1992). Tiene gran capacidad reproductora y rebrota fácilmente después del fuego, gracias a la presencia de yemas en la parte basal del vástago.



Figura 4. Variación en la coloración en frutos de *A. chilensis*, durante periodo de maduración.

Su fenotipo puede variar según las condiciones ambientales. Por ejemplo, en las zonas de mayor elevación en las cordilleras, se observa de forma arbustiva, baja altura, ramas tendidas en el suelo y margen de las hojas fuertemente aserrado (Rodriguez *et al*, 1983; Donoso, 2006). Sin embargo, en sitios de bajas elevaciones es posible encontrar individuos de hasta 10 m de altura (Zevallos y Matthei, 1992).

2.3 Requerimientos ecológicos

2.3.1 Suelo

Se encuentra preferentemente en suelos con abundante materia orgánica y humedad. En la Cordillera de la Costa se desarrolla sobre suelos graníticos sin grandes restricciones de humedad y profundidad, desde los 300 hasta los 1.100 m.s.n.m. En la Cordillera de los Andes se desarrolla con mayor frecuencia en suelos trumaos y otros con suficiente humedad y aportes de material orgánico. Si bien abunda en suelos húmedos, también se ha observado en suelos degradados y secos (Donoso, 1974; Donoso, 2006). En la Región de Aysén se desarrolla sobre trumaos principalmente, en sectores erosionados de laderas y márgenes de renovales que crecieron posteriores a los incendios.

En la zona de clima templado crece en distintos tipos de suelo y unidades de paisaje, como así también características de fertilidad, profundidad y régimen hídrico, debido a la mayor humedad ambiental disponible. A lo largo de toda su distribución, el maqui ocupa los lugares que han sido recientemente despejados por alteraciones y/o perturbaciones, por lo cual es considerado un agente importante en el control de la erosión (Rodríguez *et al.*, 1983; Donoso, 2006).

2.3.2 Clima

En el norte de su distribución, en la zona del clima mediterráneo, el maqui se asocia principalmente a lugares húmedos como quebradas, laderas sombrías, zonas expuestas a niebla y riberas de ríos y lagunas. Suele ser más común en la Cordillera de la Costa, donde la influencia costera permite el desarrollo de especies con mayores requerimientos de humedad (Donoso, 2006). Bajo este clima constituye parte de la vegetación higrófila, típica del bosque siempreverde que mantienen la humedad de la influencia costera, principalmente por su cercanía y características geomorfológicas. El importante porcentaje de humedad atmosférica se explica por la acción de vientos oceánicos que transportan masas de aire marítimo hacia el interior del continente (Donoso, 2006).

Hacia el sur, dentro del clima templado, la dependencia de cursos de agua, quebradas y otras zonas húmedas, se hace menos preponderante. Aquí puede crecer en una gran cantidad de sitios, prosperando típicamente en los bordes de parches de bosque, lechos de ríos y arroyos, praderas abandonadas y otros lugares con baja cobertura de dosel.

2.4 Aspectos reproductivos

A. chilensis es considerada una especie dioica, pues presenta individuos con flores femeninas e individuos con flores masculinas en distintos pies. En algunas flores masculinas es posible encontrar ovario fértil, por lo tanto, está posibilitado el desarrollo esporádico de frutos, esto debido a que no se ha completado el proceso evolutivo, es decir, del paso de hermafroditismo a la condición de dioico, presentándose así, como una especie dioica incompleta (Cárdenas, 1998 cit. Cabello, 2003). Por otro lado, Urban (1934),



explica que en la flor femenina la presencia de estambres estériles es debido a un desarrollo regresivo o afloramiento de la flor hermafrodita a la flor unisexual.

2.4.1 Flor femenina

Las flores femeninas de maqui tienen un ovario grueso, verdoso, trilocular, estilo corto, que sostiene un estigma dividido en 3 partes, la estructura sexual femenina está rodeada de numerosos estaminodios o estambres estériles. El estigma además es alargado con una serie de papilas proyectadas hacia fuera y que en la parte basal del ovario se encuentra un disco nectarífero junto a los estaminodios (Cárdenas, 1998 cit. Cabello, 2003).

2.4.2 Flor masculina

La conformación de estas flores es muy similar a las femeninas, están provistas de un estilo rudimentario, que a diferencia de las flores femeninas está rodeado de gran cantidad de estambres fértiles (Hoffmann, 1997). Estos estambres se distribuyen en dos verticilos en una cantidad de 10 a 15 unidades; sus anteras vellosas y largas se encuentran en filamentos cortos y delgados. Cárdenas (1998) cit. por Cabello (2003), menciona que las anteras son adnatas, es decir, que los sacos polínicos están fijos al conectivo en toda su longitud. En algunas flores se observa que el pistilo presenta un desarrollo mucho menor en tamaño de ovario y estigma en relación con los estambres que lo rodean.



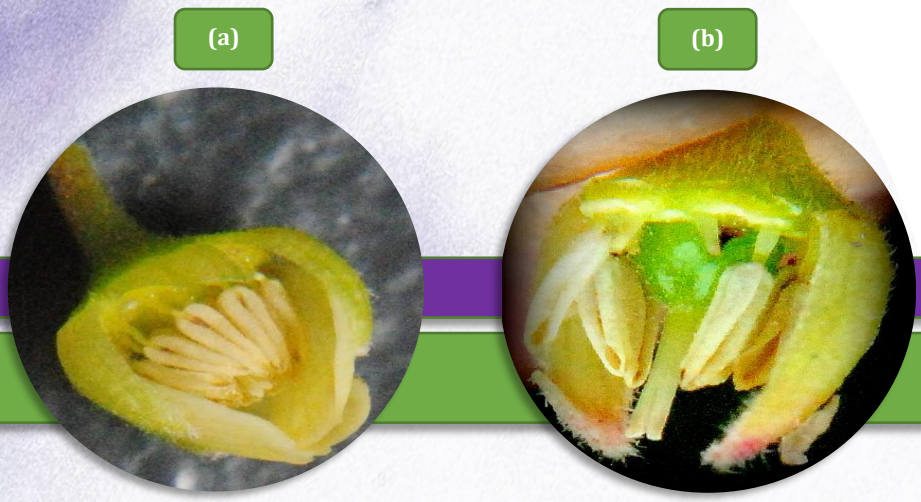
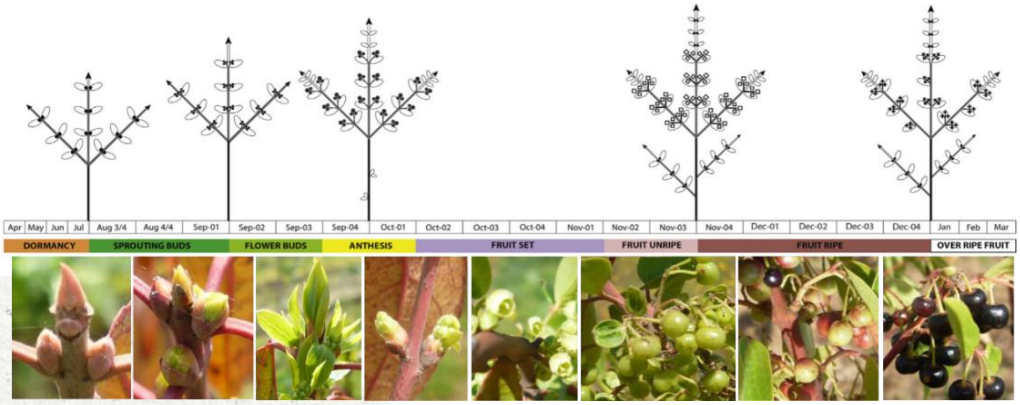


Figura 5. Flor masculina (a), flor femenina (b).

2.5 Fenología

Si bien el fruto madura en la zona centro-sur varias semanas antes, en Aysén lo hace desde fines de enero y hasta fines de febrero; a partir de allí ocurre una sobre maduración y deshidratación que se expresa con un aspecto arrugado de la epidermis del fruto. El botón floral aparece en el mes de septiembre, mientras que la flor empieza a desarrollarse en octubre, para dar paso a la formación de un fruto inmaduro en el mes de noviembre. Los frutos comienzan su coloración con un tono verde, posteriormente se tornan a una coloración rojiza en la etapa de pre-maduración y, finalmente el fruto se considera maduro cuando el color es morado oscuro, casi negro entre los meses de enero, febrero y marzo dependiendo de la latitud de su distribución.



(Fuente: Vogel *et al*. 2014)

Figura 6. Fenología de maqui.

Gori (1983), citado por Oyanadel (2002), señala que la duración promedio de una flor femenina es de 6,5 días, siendo menor que las flores masculinas (7,2 días). En esta especie, las flores senescentes se mantienen por varios días en la planta, especialmente las masculinas, pero la medición de longevidad floral, sólo abarca el período en que la flor es funcional en términos reproductivos. Algo similar es mencionado por Riveros y Smith-Ramirez (1995) cit. por Cárdenas (1998), quienes indican que esta especie florece en forma masiva, es decir, floraciones abundantes por cortos periodos de tiempo. La flor masculina puede permanecer más tiempo sin presentar colapso de sus distintas estructuras y abscisión de la corola, debido a que los cambios florales manifestados como senescencia ocurren relativamente más rápido, cuando se deben a la polinización, que cuando sólo siguen al término de la viabilidad floral.

Según Rodríguez *et al.,* (1983), *A. chilensis* florece desde el mes de octubre, hasta principios de noviembre y los frutos maduran entre diciembre y enero, alcanzando una coloración negra. Sin embargo, es posible encontrar individuos femeninos que anticipan el comienzo de la floración algunos días con respecto a los masculinos (Cárdenas, 1998). En la zona sur de su distribución la floración ocurre entre noviembre – enero y la fructificación se desarrolla entre diciembre y abril (Cárdenas, 1998). Al comienzo de la fructificación los frutos presentan una coloración verde que luego pasa a ser rojiza y termina con el fruto maduro cuando esta se muestra de color violácea a morado oscuro. Estos cambios en el inicio de la floración y fructificación dependen de los gradientes ambientales asociados a los cambios en la elevación y latitud, por cuanto deberían variar según zona geográfica (Donoso, 2006).



Se cree que la polinización de maqui se produce por viento, debido a la insconspicuidad de sus flores (Donoso, 2006), sin embargo, ocurre principalmente por insectos (Urban, 1934). En efecto, Riveros *et al.,* (1991), registraron insectos visitadores en *A. chilensis* de las familias *Apidae*, *Halictidae*, *Colletidae* y *Anthophoridae* del orden *Hymenoptera* y *Syrphidae* del orden *Díptera*. Según Mora (1999), citado por Donoso (2006), los insectos que más visitan las flores de maqui son *Colicana albopilosa* y *Ruizantheda mutabilis*.



Una de las razones de la visita de estos insectos la menciona Urban (1934), quien sugiere que las flores al ser colgantes y pequeñas, facilitan el depósito de polen sobre el insecto que posteriormente lo lleva al estigma de la flor femenina.



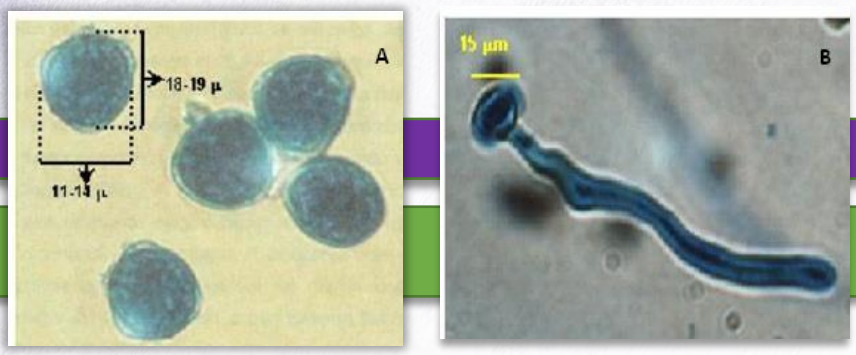
Figura 7. *Astylus spp.* polinizando flores de maqui.

Westwood (1982), citado por Bonometti (2000), señala que las abejas al polinizar el maqui prefieren las partes iluminadas del árbol que las más sombreadas, lo que confirmaría la aplicación de labores de silvicultura en macales.

La estrategia de dispersión de *A. chilensis* está determinada por las características de su fruto, profusamente consumido por distintas aves frugívoras del bosque templado, es zoocora. Las semillas obtenidas de los frutos son digeridas y dispersadas a gran distancia en las fecas (Donoso, 2006).

Urban, (1934), menciona a la torcaza (*Patagoenus araucana*) como un ave frugívora típica del fruto de maqui. También se nombra al zorzal (*Turdus falcklandii magallenicus*), diucón (*Pyrope pyrope)*,

tordo (*Curaeus curaeus*) y fio-fio (*Elaenia albicep)* entre las más comunes (Armesto *et al.,* 1987 cit. Donoso, 2006). Se ha observado que la diseminación endozoica, es decir, la ingestión del fruto por parte de las aves, provoca cambios en la semilla, por el efecto mecánico provocado por la molleja del ave, o químico, producto de sus jugos gástricos, y por lo tanto requeriría para su germinación de tratamientos especiales destinados a modificar la testa de la semilla (Valdebenito 2006).



(Fuente: Mora, 1999; Cabello, 2003)

Figura 8. Granos de polen de maqui sin germinar (A) y germinado (B).

El grano de polen de maqui es considerado de forma más o menos circular, el espesor de la exina corresponde a 0,5 µ. las dimensiones del grano fluctúan entre 18 – 19 µ. se señala como un grano radioisométrico, tricolporado, presentando un surco (colpo) largo angosto y hundido, los poros están conectados hacia las constricciones del colpo siendo poco distinguibles, caracterizándose como un grano prolado y subpropalado (Heusser, 1971; Cabello, 2003).

Brewbaker (1967) y Cronquist (1981 mencionan que las especies de la familia *Eleocarpaceae* presentan granos de polen con dos núcleos. Además, mencionan que por lo general son pequeños, globosos y tricolporados. De acuerdo a la clasificación de tamaño de Erdtman (1945), este tipo de grano es considerado pequeño.

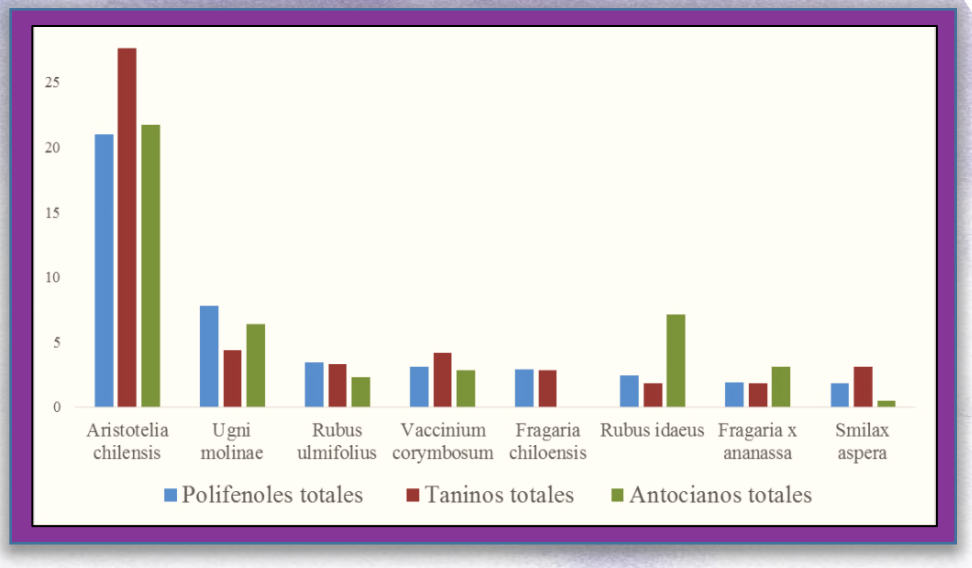
2.6 Usos del maqui



El maqui tiene diferentes usos, entre ellos medicinal, tintóreo, alimenticio y etno-cultural. Para cada uno de estos usos se utilizan las diferentes estructuras de la planta como frutos, hojas, semillas y raíces.

En la última década el maqui ha sido reconocido ampliamente por sus capacidades y propiedades antioxidantes, lo cual le otorga variadas ventajas desde el punto de vista de sus propiedades saludables, curativas y cosméticas.

En la figura 9 se muestra la cantidad de compuestos con capacidad antioxidante de diferentes berries, en donde se aprecia la significativa diferencia del maqui en todos sus compuestos antioxidantes por sobre los otros berries identificados en el estudio (FIA, 2009).



(Fuente: FIA, 2009)

Figura 9. Contenido de antioxidantes de berries.

2.6.1 Valor cultural

Para el pueblo Mapuche, el maque, klon o queldron es una planta sagrada que simboliza la benevolencia y la intención pacífica, razón por la que es utilizado en muchas ceremonias y prácticas de sanación. Cada planta tiene un *ngen* o espíritu protector; por lo que, de acuerdo con la cosmovisión mapuche, cada vez que se recolecta o extrae algo de ella, es necesario pedir permiso a esta divinidad (Tacón, 2017).

2.6.2 Valor medicinal

El maqui ha tenido un uso medicinal ancestral por parte de los pueblos originarios. El fruto sirve para curar diarreas crónicas y disentería, sus hojas frescas en infusión se utilizan para las enfermedades de la garganta, tumores intestinales y fiebre. Las hojas secas y en polvo son usadas para curar heridas y cicatrices (Leal, 2006). Se utiliza como relajante de la musculatura lisa, antinflamatorio, cicatrizante y astringente (Hoffmann *et al*., 1986; Fernández, 1998; Muñoz *et al*., 2001 cit por Fernández *et al*., 2014).

A partir del interés científico por las propiedades de este árbol nativo, se han comprobado diversos atributos medicinales del maqui, de esta forma se han comprobado sus propiedades como analgésico (Farías, 2009 cit por Fernández *et al*., 2014), sus efectos anti-diabéticos (Rojo *et al*., 2012; Fundación Copec-UC, 2012 citados por Fernández *et al*., 2014); se ha demostrado la capacidad de las antocianinas provenientes del extracto del fruto para suprimir la muerte de los fotorreceptores de la retina inducida por el exceso de luz (Tanaka et al 2012, cit. por Fernández *et al*., 2014); se ha demostrado su capacidad anti-inflamatoria (Céspedes *et al*., 2010); sus propiedades como cardioprotector (Céspedes *et al*., 2008) y como protector de las células endoteliales contra el estrés oxidativo (Miranda-Rottmann *et al*., 2002 cit por Fernández *et al*., 2014).



Extractos de las hojas de maqui han sido probadas exitosamente como antioxidantes y antimicrobianos naturales para uso en cosméticos (Avello *et al*., 2009, cit por Fernández *et al*., 2014); como antibacteriano actuando sobre *Escherichia coli, Staphylococcus aureus y Bacillus subtilis* (Mølgaard *et al*., 2011 cit. por Fernández, 2017); sin embargo Suwalsky *et al*. (2008), determinaron efectos negativos de los flavonoides de las hojas sobre eritrocitos humanos, alertando sobre efectos colaterales que las infusiones de maqui pudieran ocasionar.

***Uso externo**: dolor de garganta, inflamación de las amígdalas, úlceras de la boca, se hacen gargarismos con la infusión. Las heridas se lavan con la infusión de hojas frescas. En dolores de espalda se usan hojas frescas machacadas, aplicadas como cataplasmas. La infusión se prepara con 1 cucharadita de hojas secas trituradas, o 2 hojas frescas, o 1 cucharada de frutos, para 1 litro de agua recién hervida; beber 3 a 4 tazas al día.*

Efectos: analgésico, antiespasmódico, antiséptico, astringente, antinflamatorio. Disminuye el dolor, calma los retortijones estomacales, destruye gérmenes de la piel o mucosas, contrae y endurece los tejidos orgánicos.

Precaución: al consultar al médico infórmele que está usando esta hierba medicinal. Evite su preparación en utensilios de aluminio.

2.6.3 Valor alimenticio

El fruto fresco del maqui es el producto principal, el que es consumido directamente o procesado artesanalmente para elaborar el tradicional jugo o "tecu", además de mermeladas, jarabes o vinagre de maqui. También es la base de una gran diversidad de alimentos funcionales, gracias a su alto contenido en compuestos antioxidantes y principios activos de valor medicinal (Tacón, 2017).

Actualmente, el maqui es considerado un alimento nutracéutico (Alonso, 2012) y en el ámbito de alimentos bioactivos, los extractos de frutos de maqui han sido reconocido por su riqueza en flavonoides y vitamina C, y por su capacidad para mantener sus propiedades antioxidantes y contenido fenólico bajo condiciones de almacenamiento (Gironés-Vilaplana *et al*., 2012 cit. por Fernández *et al*., 2017).

2.6.4 Valor melífero

Presenta flores reunidas en umbelas de dos a tres unidades, que nacen en las axilas de las hojas. La polinización es efectuada por insectos, principalmente moscardones y abejas, razón por la cual se le atribuyen propiedades melíferas, sin embargo, se desconocen las propiedades y características de su miel.

2.6.5 Valor tintóreo

Tanto la pulpa como el jugo del fruto tiñen intensamente las manos y boca de quien las come, dejando una mancha de color azulado. Por ello, ha sido usado como tinte para la lana o colorante natural para el vino tinto (Tacón, 2017).



Figura 10. Color característico que entrega maqui en tinturas.

2.7 Aspectos Fitosanitarios

2.7.1 Insectos

Insectos defoliadores

Los insectos defoliadores consumen el follaje de vegetales hospedantes necesarios para su nutrición y desarrollo afectando hojas, brotes o yemas foliares. En los árboles afecta los procesos de fotosíntesis y respiración, lo que en definitiva se traduce en pérdidas de crecimiento y desarrollo.

El maqui es afectado por varias especies del género *Polythysana* (*Lepidoptera, Saturniidae*), son polífagas asociadas a diversos hospedantes del bosque nativo. Entre ellas se pueden mencionar:

- *Polythysana apollina* Felder y Rogenhofer se distribuye en Chile entre las regiones V a X y su periodo de vuelo comprende desde febrero a abril. Tiene como hospederos a las especies *A. chilensis, Maytenus boaria*, *Cryptocarya rubra, Crinodendron patagua* y *Kageneckia oblonga* (Angulo *et al*., 2004).

- *Polythysana cinerascens* Philippi, de nombre común Mariposa de cuatro ojos. Entre sus hospedantes se encuentran *A. chilensis*, *M. boaria, Cupressus macrocarpa, Rosa* spp., *Pinus maritimus*, *Pinus canadiensis*, *Beilschmiedia miersii, Nothofagus obliqua,* N. *dombeyi, N. alpina, Pseudotsuga menziesii, Kageneckia oblonga* y *Pinus radiata.* Este insecto se distribuye en Chile entre la IV y la X regiones y su periodo de vuelo se efectúa entre enero y abril (Angulo *et al*., 2004). El ataque lo producen las larvas alimentándose sólo del follaje, especialmente en primavera. La defoliación es de baja incidencia (Baldini *et al*., 1994).

- *Polythysana rubrescens* (Blanchard) tiene de hospederos a *A. chilensis* y *K. oblonga.* Este insecto se distribuye en el sur de Chile entre la VIII y X regiones y su vuelo lo realiza entre diciembre y agosto (Angulo *et al*., 2004).

También *A. chilensis* y *M. boaria* hospedan a *Cercophana venusta* (Walker) presente en Chile entre la IV y IX región, es posible observar su vuelo entre febrero y abril. (Angulo *et al*., 2004).

En un estudio sobre el bosque maulino, De La Vega y Grez (2008) mencionan como especies de insectos desfoliadores asociados a *A.*

chilensis a: Protopsilapha pallens (Blanchard) (*Coleóptera, Chrysomelidae*), *Protopsilapha pyrroptera* (Phil & Phil) (*Coleoptera, Chrysomelidae*), *Psathyrocerus sp.* (Coleoptera, Chrysomelidae), *Psathyrocerus fulvipes* Blanchard, *Sericoides viridis* (Solier) (*Coleoptera, Scarabaeidae*) y *Sericoides obesa* (Germain) (*Coleoptera, Scarabaeidae*). A principios de la temporada de crecimiento de *A. chilensis*, la abundancia de *Sericoides obesa* fue significativamente mayor en el bosque continuo que en los fragmentos. Al avanzar en la temporada, *Sericoides viridis* se hizo más abundante en los fragmentos. Por el tamaño y la voracidad de los insectos del género *Sericoides* ellos serían los principales responsables de los patrones de defoliación de *A. chilensis* en el bosque maulino.

Insectos xilófagos

En la categoría de insectos que consumen madera de *A. chilensis* en la VII región de Chile se ha detectado la presencia de *Ancylodonta tristis* Bl. (*Coleoptera, Cerambycidae*) observada en madera muerta y viva. Se observó daño de *Callideriphus laetus* Blanchard (*Coleoptera, Cerambycidae*), *Neohebestola humeralis* (Bl.) y *Xenocompsa flavonitida* (F.&G.) (*Coleoptera, Cerambycidae*) en madera muerta (Barriga *et al*., 1993).

2.7.2 Hongos

En el ámbito de producción de plantas, Hinojosa (1997) comprobó la patogenicidad de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. sobre *A. chilensis* y la clasificó como una especie altamente susceptible a este hongo. *Macrophomina es* un género monotípico, pertenece a la División *Eumycota*, Clase *Deuteromycetes*, Orden *Sphaeropsidales*, Familia *Sphaeropsidaceae* (Ainsworth and Bisby, (1961), citado por Sanfuentes (1989).

Los síntomas más característicos de la enfermedad que afecta a *A. chilensis* asociada a *Macrophomina phaseolina* son muerte de tejidos del eje tallo-raíz acompañado de ennegrecimiento de los tejidos colonizados y la presencia de esclerocios sobre la raíz principal constituye un signo evidente de este hongo (Hinojosa 1997).

Por otra parte, Minter y Peredo (2006), registran a otros hongos asociados a *A. chilensis: Coriolus fernandezianus*; *Crepidotus aristoteliae*; *Ganoderma australe*; *Marasmiellus alliodorus*; *Monilia spp.*; *Mycena austrororida*; *Mycena fernandeziana*; *Mycena tenerrima*; *Mycena triplotricha*; *Mycenella aristoteliae*; *Septoria maqui*.

2.7.3 Parásitos vegetales

Las especies de parásitos vegetales que viven a expensas de otros vegetales. Los holoparásitos son incapaces de efectuar fotosíntesis de modo que su alimentación depende totalmente de su hospedante; los hemiparásitos poseen una cierta independencia del hospedante, aunque por lo general no pueden sobrevivir sin él.

A. chilensis, es hospedante de la hemiparásita *Lepidoceras kingii* Hook. F. (Santalales: *Loranthaceae*). Es un arbusto muy ramificado de tallos verde claro, delgados y quebradizos, puede alcanzar tamaños que sobrepasan 1m. Hojas opuestas, de color verde claro pequeñas dispuestas en forma regular muy próxima entre sí. Seguramente la diseminación es por aves. Suele causar daños graves y en algunos hospedantes incluso hasta provocar la muerte (Godoy *et al.,* 2001).

Misodendron oblongifolium DC. (*Santalales*: *Misodrendaceae*) es otra hemiparásita de *A. chilensis,* arbusto de tallos robustos y grisáceos, en ejemplares jóvenes algo rojizos y pubescentes. En el punto de inserción con el hospedante presentan un engrosamiento notorio. Hojas elípticas, con nervadura paralela. Algunos hospedantes se podrían ver seriamente afectados ante ataques masivos por este parásito. Se le encuentra desde Ñuble a Aysén, principalmente por la Cordillera de Los Andes (Orfila, 1978; Godoy *et al*., 2001).

También la hemiparásita *Tristerix tetrandrus* (R. *et* P.) Martius (*Santalales*: *Loranthaceae*) utiliza de hospedero a *A. chilensis*, es un arbusto muy ramificado, quebradizo, que a veces sobrepasa 1 m de largo. Hojas perennes aovadas, de tamaño variable, algo carnosas, con disposición alterna u opuesta. Flores muy vistosas de color rojo. Es el parásito más común y frecuente en Chile como también inespecífico. Las semillas se dispersan por aves (Godoy *et al*., 2001),

germinan sobre las ramas, introduciendo su haustorio a través de la corteza (Hoffmann *et al*., 1986).

2.8 Distribución geográfica y superficie

El maqui se distribuye desde la Región de Coquimbo hasta la de Aysén, incluso es posible encontrarlo en el Archipiélago Juan Fernández. Puede alcanzar altitudes de hasta los 2.500 m.s.n.m. (Rodríguez et al., 1983). Se desarrolla preferentemente en quebradas, faldeos de cerros o márgenes de bosques (Gallardo, 2010). Crece asociado a otras especies o bordeando bosquetes, en lugares húmedos, coloniza con facilidad terrenos que han perdido su cubierta vegetal, transformándose en una especie pionera de suelos recién quemados o explotados.



Figura 11. Crecimiento de formaciones naturales de maqui.

Las formaciones de maqui ocupan una superficie de 170.000 hectáreas entre las regiones de Coquimbo hasta la de Aysén, considerando la presencia de maqui como la primera, segunda y tercera dominancia según lo indica en el Catastro del Bosque Nativo (Olate, 2008).

En la Región de los Ríos existe un total de 16.563,4 ha de macales, sin embargo, solo 1.184 ha corresponden a formaciones con maqui como especie principal, en la mayor superficie de su distribución se presenta como especie acompañante con 9.505 ha. Las comunas con mayor presencia de maqui son Los Lagos, Panguipulli y Futrono que representan el 20, 15,4 y 15,2% respectivamente.



Figura 12. Distribución de formaciones de maqui en la Región de Los Ríos.

Cuadro 1. Superficie de bosque nativo y de formaciones de maqui por comunas, Región de Los Ríos.

Comunas	Superficie de Bosque Nativo (ha)	Superficie de Maqui (ha)	%
Corral	47.655,7	362,5	2,2
Futrono	142.203,5	2.509,4	15,2
La Unión	97.724,7	1.048,9	6,3
Lago Ranco	94.624,9	966,0	5,8
Lanco	17.261,3	444,8	2,7
Los Lagos	85.380,5	3.301,7	19,9
Máfil	20.662,3	1.119,1	6,8
Mariquina	51.994,3	621,1	3,7
Paillaco	21.822,9	1.139,9	6,9
Panguipulli	212.871,8	2.545,5	15,4
Río Bueno	77.990,0	1.218,8	7,4
Valdivia	38.339,0	1.285,7	7,8
Total general	**908.530,7**	**16.563,4**	**100**



En la Región de Aysén el maqui cubre una superficie aproximada de 56.221 ha (CONAF, 2011), casi un 98 % fuera del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas. El maqui puede crecer en cualquier exposición y en variados rangos de pendiente (figura 13); siendo los sectores de pendientes inferiores a 30% los más recolectados por la facilidad de acceso y cosecha. La mayor parte de la recolección se produce en zonas planas y onduladas de los alrededores de Mañihuales y Valle Lagunas.

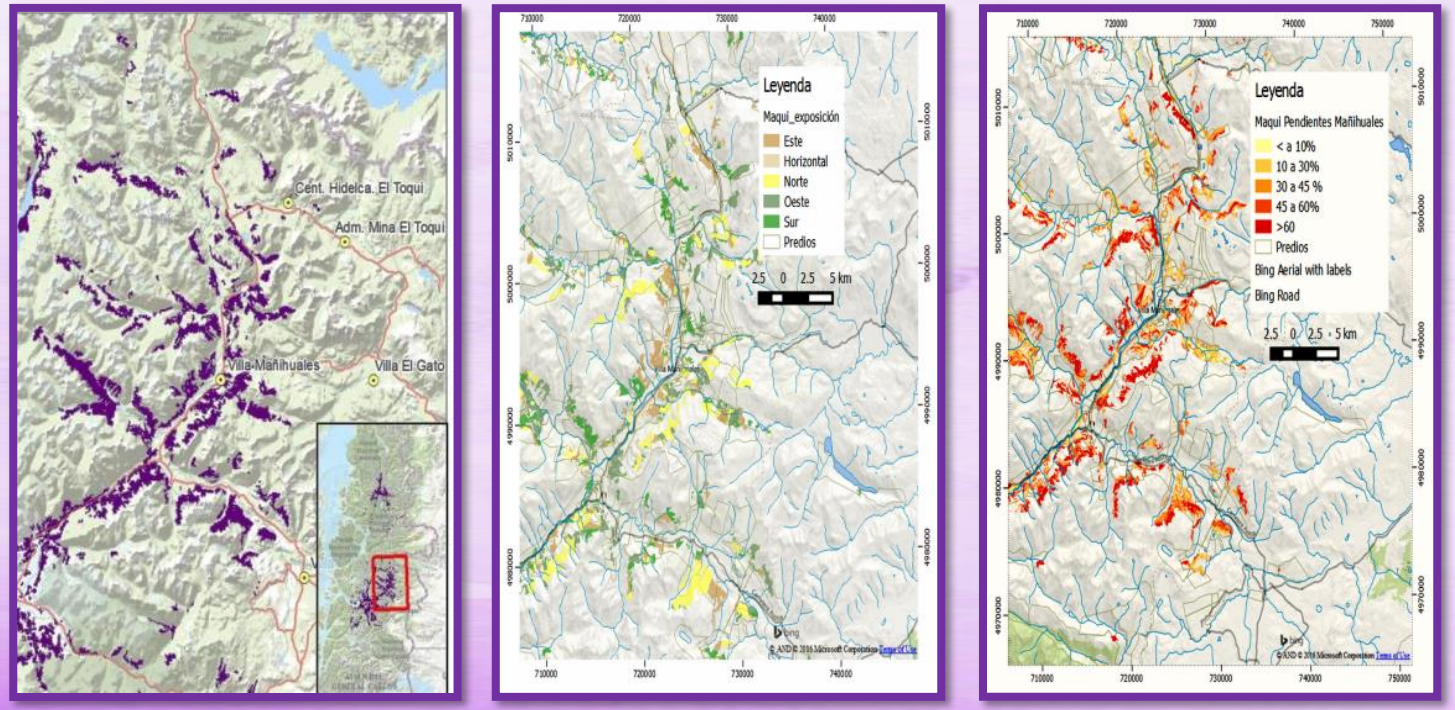


Figura 13. Distribución de formaciones de maqui pendiente y exposición, sector Mañihuales, comuna de Aysén.

2.9 Asociaciones vegetacionales

La intolerancia a la sombra de *A. chilensis* hace que se comporte como una especie típica de etapas sucesionales tempranas, formando parte de la composición inicial de renovales post-alteración en la zona centro-sur de Chile a lo largo de casi todo el perfil transversal. Se asocia a otras especies pioneras, que dependiendo de las características de sitio y otros factores que influyen en la formación de una comunidad, forman parte de los renovales de *Nothofagus* y bosques siempreverde de varias especies, en ambas cordilleras y en el llano central (Donoso, 2006).

Por su amplio rango latitudinal y diversidad de hábitat en los cuales crece, se le puede encontrar coexistiendo con una alta cantidad de especies, sin embargo, no presenta asociaciones muy



características. Su hábito arbustivo en muchas partes de su distribución, y la similitud de requerimientos y habilidades competitivas que muestra con muchas especies arbustivas alóctonas, aumentan la multiplicidad de posibles asociaciones (Donoso, 2006).

En la zona norte de su distribución, *A. chilensis* se desarrolla en distintos tipos de bosques, principalmente en aquellos de zonas húmedas y en menor medida en otros más cálidos y secos de los Tipos Forestales Esclerófilo, Roble-Hualo, Palma Chilena y Ciprés de la Cordillera, donde se puede encontrar con especies como *Citronella mucronata, Quillaja saponaria, Lomatia hirsuta, Peumus boldus, Gomortega keule, Cryptocarya alba, Nothofagus obliqua, Schinus latifolius, N. leonii, N. obliqua* var. *macrocarpa, Beilchmiedia berteroana, N. alessandrii, N. glauca, Dasyphyllum excelsum, Crinodendron patagua, Drimys winteri, Luma chequen, N. dombeyi* y *Austrocedrus chilensis*, entre otras. Hacia el sur de su distribución puede formar densos bosques o matorrales casi puros denominados "macales", o participar como especie acompañante en renovales de *Nothofagus, D. winteri, Embothrium coccineum, Eucryphia cordifolia* y otras especies de los tipos forestales Siempreverde, Coihue-Raulí-Tepa y Roble-Raulí-Coihue (Donoso, 2006). En estas comunidades se puede asociar, entre otras especies con *L. hirsuta, N. alpina, N. obliqua*, *Laurelia sempervirens*, *Dasyphyllum diacanthoides*, *E. coccineum*, *N. dombeyi*, *N. nitida*, *E. cordifolia, Persea lingue*, *Aextoxicon punctatum*, *Gevuina avellana*, *Rhaphytamnus spinosus*, *Myrceugenia ovata*, *Myrceugenia chrysocarpa* y *Lomatia ferruginea* (Donoso, 2006).

Según Rodríguez *et al.,* 1983 en las zonas de mayor elevación y estacionalidad en cuanto a precipitaciones, como ocurre en el tipo forestal Ciprés de la Cordillera, su crecimiento es más bien arbustivo y solo logra hábitos arbóreos con mayor disponibilidad de humedad.

2.10 Características de la madera

La madera de *A. chilensis* es muy blanda por lo que no presenta aplicaciones técnicas de importancia, sin embargo, es utilizada en artesanía popular y en la fabricación de algunas varas y molduras (Verdi, 2004). Se emplea además en artesanía debido a que es frágil y sonora, para fabricar instrumentos musicales. Con fibras de la corteza se elaboran cuerdas y amarras. Según Montenegro (2000), citado por Donoso (2006), en el Archipiélago de Juan Fernández se utiliza para construir jaulas para atrapar langostas.

Cuadro 2. Densidades básicas por especie (Gayoso *et al.,* 2002; citado por INFOR, 2009).

Especie	Nombre común	Densidad básica (kg/m^3)	Fuente
Aristotelia chilensis	Maqui	331,0	Pérez (1983)



3. REFERENCIAS

ALONSO, J. 2012. Maqui (*Aristotelia chilensis*): un nutracéutico chileno de relevancia medicinal. Revista Farmacológica de Chile 5: 95 - 100.

ANGULO, A.; LEMAIRE, C. y OLIVARES, T. 2004. Catálogo crítico e ilustrado de las especies de la familia *Saturniidae* en Chile (*Lepidóptera: Saturniidae*). Gayana, 68 (1): 20-42.

BALDINI, A.; LE-QUESNE, C.; PUENTES, O. y OJEDA, P. 1994. Daños bióticos en roble, raulí y coihue: guía de reconocimiento. Corporación Nacional Forestal 58pp.

BARRIGA, J.; CURKOVIC, T.; FICHET, T.; HENRÍQUEZ, J. y MACAYA, J. 1993. Nuevos antecedentes de coleópteros xilófagos y plantas hospederas en Chile, con una recopilación de citas previas. Rev. Chilena de Ent. 20:65-91.

BITTNER, M.; SILVA, M.; HOENEISEN, M. y BECERRA, J. 1995. Estudio químico biológico y de interés Industrial de la Flora Autóctona de Chile. Química e Industria. Sociedad Chilena de Química. Concepción. 13-21 pp.

BONOMETTI, C. 2000. Aspectos reproductivos en flores de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 97p.

BREWBAKER, J. 1967. The distribution and phylogenetic significance of binucleate and trinucleate pollen grains in the angiosperms. American Journal of Botany. (USA) 54(9): 1069-1083.

CABELLO, P. 2003. Variabilidad polínica en dos estados florales de maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz (*Elaeocarpaceae*). Tesis de grado licenciado en Agronomía. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. 66 pp.

CARDENAS, C. 1998. Aspectos de la morfología floral, producción de néctar y fructificación en *Berberis darwinii* Hook., *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, y *Ugni molinae* Turcz. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 111p.

CESPEDES, C.; M. EL-HAFIDI; N. PAVON; J. ALARCON. 2008. Antioxidant and cardioprotective activities of phenolic extracts from fruits of Chilean blackberry *Aristotelia chilensis* (*Elaeocarpaceae*), Maqui. Food Chemistry. 107 (2): 820-829.

CESPEDES C, ALARCÓN J, AVILA J, NIETO A. 2010. Actividad anti-inflamatoria de *Aristotelia chilensis* Mol. (Stuntz) (*Elaeocarpaceae*). Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat 9: 127 - 135.

CORREA, J. y YESID, H. 1992. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo VII. Editorial Andrés Bello. 684 pp.

CHILEBOSQUE, 2012. http://www.chilebosque.cl/ cgi-bin/.

CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of florewing plants. Columbia University Press. (USA). 1262 p.

DE LA VEGA, XAVIERA y GREZ, AUDREY A. 2008. Composición, riqueza de especies y abundancia de insectos defoliadores de actividad nocturna asociados a *Aristotelia chilensis* (maqui) en el bosque maulino fragmentado. Rev. chil. hist. nat. [online]. vol.81, n.2, pp. 221-238. ISSN 0716-078X. doi: 10.4067/S0716-078X2008000200006.

DONOSO, C. 1974. Dendrología, árboles y arbustos chilenos. Manual Nº 2. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 142p.

DONOSO, C. 1992. Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 369 pp.

DONOSO, C. 2006. Las especies de los bosques templados de Chile y Argentina, Autoecología. Marisa Cuneo (ed.). Valdivia. 678 pp.

ERDTMAN, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy. II. Morina L. with an addition on pollen morphological terminology. Svensk Botanisk Tidskrift. (Alemania). 39 (89): 187-191.

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA. 2009. Productos Agroindustriales Ricos en Antioxidantes, a Base de Berries Nativos.

FERNÁNDEZ, O. 2014. Proyecto PCTF - FAO: Actividades para la gestión de los recursos y conservación de los recursos genéticos del Archipiélago Juan Fernández. Manual para el cultivador del archipiélago Juan Fernández. Jardín Botánico Nacional. 74 p.

FERNÁNDEZ, P.; PEÑA-ROJAS, K.; FISCHER, S. y ESPINOZA, C. 2017. Evaluación de Métodos Silvícolas para la Producción de Frutos de Maqui, en algunas zonas ubicadas en las Regiones de O'Higgins y del Maule. Informe Técnico Final Proyecto 048/2014 Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Santiago, Chile. 168pp.

GALLARDO, G. 2010. Efecto de la fertilización y despunte apical sobre el establecimiento y desarrollo de una plantación de maqui *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. Tesis de grado Licenciado en Agronomía. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Talca. 49 pp.

GAYOSO, J.; Guerra J. y Alarcón, D. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF D98I1076. Universidad Austral de Chile. 50 p.

GODOY, R.; RAMÍREZ, C. y PUENTES, O. 2001. Plantas parásitas vasculares de Chile. En: A. Baldini & L. Pancel (Ed.). Agentes de

daño en el bosque nativo. GTZ/CONAF. Editorial Universitaria, Santiago. 53-88.

GOVAERTS, R. DRANSFIELD, J., ZONA, S., HODEL, D.R. & HENDERSON, A. 2020. Aristotelia chilensis en Lista de verificación mundial de familias de plantas seleccionadas. El Patronato del Royal Botanic Gardens, Kew. Publicado en Internet. Consultado: 10 de enero de 2021.

HEUSSER C. 1971. Pollen and spores of Chile. Modern types of the *Pteridophyta, Gymnospermae*, and *Angiospermae*. The University of Arizona Press. Tucson. (U.S.A). 167p.

HINOJOSA, C.J. 1997. Susceptibilidad de algunas especies forestales nativas chilenas a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Memoria de título. Fac. Cs. Forestales. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

HOFFMANN, A. 1997. Flora silvestre de Chile, zona araucana. Cuarta edición revisada. 257 pp.

HOFFMANN, A.; FARGA, C.; LASTRA, J. y VEGHAZI, E. 1992. Plantas Medicinales de uso común en Chile. Ediciones Claudio Gay. Santiago, Chile. 273p.

HOFFMANN A.J.; FUENTES E.R.; CORTES I.; LIBERONA F. y COSTA V., 1986. *Tristerix tetrandrus* (*Loranthaceae*) and its host-plants in the Chilean matorral: patterns and mechanisms. Oecologia, 69:202-206.

HOFFMANN, A. 1982. Flora silvestre de Chile - Zona Austral. Santiago, Fundación Claudio Gay, 258 p.

INFOR, 2009. Inventario continúo de los bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. Los recursos forestales en Chile, informe final. Ministerio de Agricultura. 202 p.

LEAL, K. 2006. Concentración de Extracto Enzimático Obtenido de Hojas de maqui (*Aristotelia chilensis* Mol.) para su Utilización en

Quesería. Tesis de grado Licenciado en Ingeniería de los Alimentos. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. 107 pp.

MATTHEI, O. 1995 Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores. Santiago. Chile. 545p.

MINTER, D.W.; PEREDO LÓPEZ, H. 2006. Hongos de Chile. Disponible en: www.cybertruffle.org.uk/chilfung.

MONTENEGRO, G. 2000. Chile nuestra flora útil. Guía para uso apícola, medicinal, folclórica, artesanal y ornamental. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 267 p.

MORA, A. 1999. Producción de néctar en flores de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) y su entomofauna asociada a su polinización. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 95 p.

MUÑOZ, M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Universitaria. Santiago, Chile. 557p.

OLATE, V. 2008. Estudio químico de la actividad antioxidante de los antocianos presentes en los frutos de maqui. Tesis de grado Licenciado en Tecnología Médica. Escuela de Tecnología Médica. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Talca. 66 pp.

ORFILA, 1978. *Misodrendaceae* de la Argentina y Chile. Fundación Elías y Ethel Malamud, Serie científica, Buenos Aires. 73p.

OYANADEL, R. 2002. Propagación por esquejes de tres especies medicinales *Buddleja globosa* Hopw., *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz. y *Aloysia triphylla* L`Her. Mediante el uso de ácido indolbutírico. Tesis de grado Licenciado en Agronomía. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. 103 pp.

PÉREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de madera chilenas. Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal. 451 p.

RIEDEMANN, P. y ALDUNATE, G. 2004. Flora nativa de valor ornamental, identificación y propagación, Chile, zona centro. Segunda Edición. Edición revisada y actualizada por Sebastián Teillier. Impresión Productora Grafica Andros Ltda. Santiago, Chile.

RIVEROS, H.; HUMAÑA, A. y LANFRANCO, D. 1991. Actividad de los polinizadores en el Parque Nacional Puyehue, X Región, Chile. Medio Ambiente (Chile) 11(2): 5-12.

RODRÍGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 408 pp.

RODRÍGUEZ, R. 1995. Flora de Chile. Ed. Universidad de Concepción, Concepción. 408 p.

SANFUENTES. E. 1989. Estudio de métodos para la determinación de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en suelos de viveros forestales. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Concepción.

SANTIBAÑEZ, C. 2008. Variación poblacional del contenido de antocianinas en bayas de Maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción. Facultad de ciencias agrarias. Escuela de agronomía. 39 pp.

SILVA, M. y BITTNER, M. 1992. Estudio químico de las especies de la familia *Eleocarpaceae* que crecen en Chile. In: Química de la flora de Chile. Orlando Muñoz (ed.) Universidad de Chile. Santiago, Chile. pp.: 153-166.

SUWALSKY M, & Vargas, Pedro & Avello, Marcia & Villena, Fernando & Sotomayor, Carlos. 2008. Human erythrocytes are affected *in*

vitro by flavonoids of *Aristotelia chilensis* (Maqui) leaves. International Journal of Pharmaceutics. 2008. 363: 85-90.

TACÓN, A. 2017. Serie Cuadernos para la Innovación FIA - Cuadernos de Campo de Buenas Prácticas de Recolección Sustentable para Productos Forestales No Madereros Prioritarios: Maqui (*Aristotelia chilensis* Mol.), Santiago de Chile. 40 p.

TORRES, V. 2007. Evaluación de las actividades analgésicas, antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas de las hojas de *Aristotelia chilensis* y sus potenciales efectos tóxicos. Tesis de grado Titulo de Químico Farmacéutico. Departamento de Química Farmacológica y Toxicología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. 76 pp.

URBAN, O. 1934. Botánica de las plantas endémicas de Chile. Soc. Imp. Lit. Concepción. 289 pp.

VALDEBENITO, G. 2006. Paquete Tecnológico del maqui. http://www.gestionforestal.cl. Instituto Forestal.

VERDI, V. 2004. Evaluación del período de receptividad del estigma en maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) y murta (*Ugni molinae* Turcz.). Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias agrarias. Escuela de agronomía. 116 pp.

VOGEL, H.; RAZMILIC, I.; SAN MARTIN, J.; DOLL, U. y GONZÁLEZ, B. 2005: Plantas Medicinales Chilena. Experiencias de domesticación y cultivo de boldo, matico, bailahuén, canelo, peumo y maqui. Editorial Universitaria de Talca. 192 pp.

VOGEL, H.; P. PEÑAILILLO, P.; DOLL, U.; CONTRERAS, G.; CATENACCI, G. y GONZÁLEZ, M. 2014. Maqui (*Aristotelia chilensis*): Morpho-phenological characterization to design high-yielding cultivation techniques. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 1: 123-133.

ZEVALLOS, P. y MATTHEI, O. 1992. Caracterización dendrológica de las especies leñosas del Fundo Escuadrón Concepción, Chile. Ciencia e Investigación Forestal (Chile) 6(2): 195-257.

CAPÍTULO 2



SILVICULTURA Y MANEJO DE MAQUI

Jaime Salinas[9]; Mauricio Aguilera[10]; Andrea Álvarez[11]; Gerardo Valdebenito[12]

[9] Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl
[10] Instituto Forestal, Sede Biobío, Concepción, Chile. maguilera@infor.cl
[11] Instituto Forestal, Sede Metropolitana, Santiago, Chile. aalvarez@infor.cl
[12] Instituto Forestal, Sede Metropolitana, Santiago, Chile. gvaldebe@infor.cl



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 15 años, la revelación de las propiedades nutracéuticas del maqui ha impulsado significativamente el conocimiento de la especie en cuanto a su tecnología de reproducción, manejo y cosecha. Actualmente, las formaciones naturales cifradas en aproximadamente 170 mil hectáreas, son las que sostienen al creciente mercado del maqui. No obstante, existe un gran avance en su domesticación, situación que permite avizorar un mejor posicionamiento de su cultivo en el marco de sus auspiciosas expectativas de mercado. Sin embargo, las formaciones naturales de maqui seguirán siendo por mucho tiempo más, la principal fuente de suministro para este mercado, existiendo preocupación por el daño producido a la especie y a su sustentabilidad, a partir del daño que se produce con la cosecha destructiva de sus frutos. En este contexto, el presente capítulo se presenta una recopilación de las investigaciones más importantes publicadas a la fecha, relativas a la silvicultura y manejo de formaciones naturales de maqui.



2. MANEJO DE FORMACIONES NATURALES



La estrategia de regeneración de *A. chilensis,* al igual que la mayoría de las especies pioneras, es la de desarrollarse en sitios con problemas edáficos serios, alteraciones humanas o deslizamientos de suelo. En estos lugares es donde las especies pioneras se ven favorecidas con respecto al resto. La superficie que ocupa maqui ha ido aumentando por las alteraciones debidas a la fragmentación de bosques y el cambio de uso del suelo.

La principal amenaza para la conservación del maqui es la potencial y creciente demanda de frutos por parte de la industria, además del desconocimiento acerca de las técnicas de manejo de la especie (podas, técnicas de cosecha y ensayos silviculturales). Algo similar mencionan Arribillaga y Zegers en 1998, quienes indican que, debido a un desconocimiento de las técnicas básicas de manejo productivo de la especie, como por ejemplo poda, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades, se ha provocado una sobre explotación del recurso.



Con el fin de evaluar la producción de frutos de maqui en una condición pura y bajo una condición intervenida, Valdebenito (2006), comparó la aplicación de un raleo a rodales de maqui en tres regiones y analizó la respuesta de esta intervención en la productividad de cada rodal. Se efectuó básicamente un raleo de limpieza y liberación, bajo el criterio de "Liberación de Copas". En general se intervino bajo el concepto de sanidad y forma de la copa, privilegiándose los individuos de mejor sanidad y de copa más frondosa, así como también de menor altura con la perspectiva de facilitar la posterior cosecha de frutos. En casos en que el maqui presentaba varios pies por árbol, se dejaron dos o tres y el resto se cortó en función del criterio establecido. En Antiquina, provincia de Arauco, con una densidad original de aproximadamente 4.500 arb/ha se extrajo el 12% del área basal, dejando un remanente de 2.840 arb/ha, lo que permitió demostrar que la producción de frutos en un macal densamente poblado se ve favorecida después de una intervención de raleo bajo el criterio de liberación de copas. Así mismo, en la cosecha se determinó un rendimiento de colecta de frutos de 4 Kg/jornada/hombre, el cual subestima el rendimiento real de colecta, debido a que la metodología utilizada en esta actividad de investigación exigía un conteo de los frutos árbol a árbol. La producción estimada de frutos después del raleo fue de 162 Kg/ha.

Por su parte, Fernández et al. (2017) establecieron dos ensayos de raleo y poda para mejorar la producción frutal en formaciones naturales de maqui, en el sector de Coya, Región de O´Higgins y en el sector costero de Trehualemu, Región del Maule. En Coya la densidad inicial era de 4.913 vástagos/ha con 2,56 m2/ha de área basal y 28% de cobertura; en Trehualemu 13.067 vástagos/ha, 3,68

m2/ha de área basal y 50% de cobertura. Los tratamientos propuestos consistieron en raleos y podas de las cepas femeninas; se raleó entre el 30% y 60% del área basal de sus vástagos y se podó un 30% de sus copas. La poda se realizó en forma manual, cortando desde el ápice hacia abajo, dejando tres a cuatro yemas sobre la rama.

Los resultados demuestran que el tipo de intervención más exitoso depende de la cobertura que presente el rodal. En formaciones más abiertas, como el rodal de Coya, es recomendable una extracción moderada de 30% del área basal, lo que permitió una producción media de frutos de 27,8 Kg/ha. En formaciones con mayor cobertura, como el rodal de Trehualemu, se recomienda ralear en forma más intensa (60% del AB) sin efectuar poda, con lo que) se obtuvo una producción media de frutos de 44,8 Kg/ha.



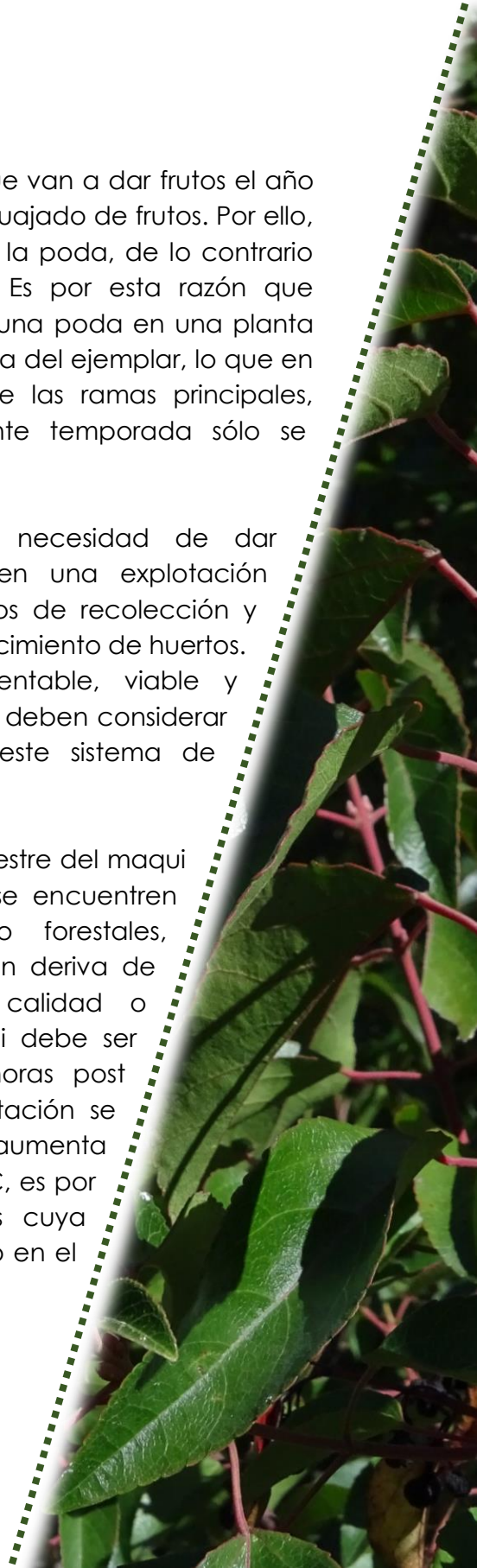
El rendimiento medio de cosecha manual de frutos para todos los tratamientos fue de 2,6 y 5,7 Kg/jornada para Coya y Trehualemu respectivamente. Se determinó además que en estas formaciones naturales el 60% de cepas son femeninas y el 40% masculinas.

Las investigaciones realizadas por Doll et al. (2017) en torno a la especie y la intervención de poda, sostienen que la planta de maqui posee un gran número de ramas que finalmente son improductivas, logrando establecer que las yemas vegetativas aparecen, en general, sobre las ramas de dos años, mientras que las reproductivas sobre las más nuevas (uno y dos años). Los autores destacan que las yemas apicales, y las de segundo y tercer orden son generalmente vegetativas, a diferencia de lo que ocurre con las otras que se encuentran a lo largo de la rama, las cuales son mayoritariamente productivas.

Además, expone que las yemas florales que van a dar frutos el año siguiente, se diferencian entre floración y cuajado de frutos. Por ello, es importante no tocar esa rama durante la poda, de lo contrario no habrá producción al año siguiente. Es por esta razón que sustenta que lo mejor para llevar a cabo una poda en una planta silvestre, es realizar una renovación continua del ejemplar, lo que en la práctica significa podar 1/4 o 1/3 de las ramas principales, teniendo en cuenta que en la siguiente temporada sólo se registrará crecimiento vegetativo.

Según Global Berries (2020), ante la necesidad de dar sostenibilidad al recurso y convertirlo en una explotación comercial, se debe analizar los escenarios de recolección y manejo silvestre, y por otra parte el establecimiento de huertos. El objetivo es lograr un manejo sustentable, viable y comercialmente atractivo, para lo cual se deben considerar los siguientes puntos a desarrollar en este sistema de producción:

• **Ubicación del macal:** La recolección silvestre del maqui debe considerar aquellos macales que se encuentren aislados de plantaciones agrícolas o forestales, separados de tal manera que no reciban deriva de productos químicos que afecten la calidad o contaminen los frutos. La fruta de maqui debe ser refrigerada dentro de las primeras 6 horas post cosecha, ya que el proceso de fermentación se inicia a las pocas horas de cosechada y aumenta con temperatura ambiente superior a 19°C, es por esto, que se deben cosechar macales cuya producción llegue a los centros de acopio en el más breve plazo posible.



• **Generar cuarteles de cosecha:** Generalmente en los macales hay una importante proporción de árboles macho que no fructifican, por esta razón es importante realizar una marcación constante de las plantas productivas y realizar la generación de cuarteles de cosecha, que corresponden a caminos dentro del macal que permita llegar en forma expedita a cada planta productiva y con ello lograr realizar una cosecha en el momento oportuno y de la forma adecuada.

• **Raleo de árboles:** a fin de brindar espacio para que las plantas hembras desarrolle su potencial productivo, es necesario realizar un raleo para que el espacio entre las copas permita entrada de luz y ventilación, condiciones necesarias para garantizar un adecuado desarrollo de la planta y con ello disminuir la presencia de plagas y enfermedades. Se debe mantener en estos raleos al menos un 10 a un 20% de árboles macho que permitan la obtención de polen dentro del macal y tener máximo cuidado en que la distribución abarque al macal completo.

• **Limpiar el macal:** mantener un equilibrio ecológico es fundamental y necesario en el manejo del macal, sin embargo, se deben eliminar especies que entorpezcan la formación de cuarteles de cosecha y la realización de la cosecha.

• **Cosecha sustentable:** Se entiende por cosecha sustentable a un conjunto de recomendaciones para realizar la actividad de recolección de productos silvestres de tal manera que no perjudique ni dañe el ambiente. Estas recomendaciones se basan en la experiencia de recolectores e investigadores, que han propuesto algunos procedimientos o métodos con el objetivo de asegurar la continuidad del recurso, la rentabilidad de la actividad, y la seguridad tanto para el recolector como para el consumidor.

• **Uso de tijeras:** En la cosecha se debe evitar la poda de árboles, de ser necesario solo se deben cortar ramas por medio de un corte limpio, esto se logra con el uso de tijeras podadora. Las ramas a cortar solo deben ser las de los últimos crecimientos y se debe evitar hacer cortes en ramas basales de más de dos años, sobre todo, no podar ramas basales que no tiene fruta.

• **Desechos de poda:** los desechos de poda o desechos de cosecha se deben extraer del macal a fin de limpiar constantemente el macal, mejorar la ventilación, disminuir riesgos de incendios y la proliferación enfermedades de la madera.

• **Eliminación de malezas:** mantener libre de malezas o especies arbustivas que generen competencia de nutrientes, agua y espacio dentro del macal.

• **Replante o repoblación del macal:** un macal manejado está en constante crecimiento y ordenamiento, así, se debe establecer nuevas plantas en aquellos sectores despoblados o reemplazar plantas enfermas o poco productivas. Se debe identificar los mejores ejemplares, estos son los que producen fruto de buena calidad, en cuanto a cantidad, tamaño de fruto, homogeneidad en producción y madurez, sabor agradable entre otras características ventajosas, una vez seleccionadas las plantas madres se pueden multiplicar de manera sencilla por reproducción mediante estacas.

• **Registros y certificaciones:** el mercado actual del maqui está exigiendo contar con los registros de trazabilidad de producción y recolección. En un futuro cercano será necesario contar con certificación Global Gap para la comercialización de maqui. Global GAP es un conjunto de normas internacionalmente reconocidas sobre las buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de acuicultura (GAP). Bajo la marca Global GAP se desarrollan estándares para la

certificación de los procesos de obtención de productos del sector primario a escala mundial, por lo que todo programa de exportación lo requerirá. Esta certificación es de carácter anual y hoy en día es necesario para productores de frambuesas y arándanos que realizan exportación de su producción.

Durante años se ha realizado la extracción silvestre y venta informal de productos de maqui a pequeña escala. Sin lugar a dudas estas actividades seguirán realizándose. Sin embargo, no obstante, en el mercado actual es necesario contar con una trazabilidad, inocuidad y cumplir con procesos administrativos y legales, es por esto que el manejo adecuado de un macal podrá generar un negocio o explotación rentable y sustentable en el tiempo.

- **Malas prácticas de manejo:** son aquellas acciones que dañan gravemente el árbol o que afectan su producción, reduciendo la posibilidad de continuar con la recolección a lo largo del tiempo, como, por ejemplo: desganchar, romper o desgajar las ramas, cortar el tronco o las ramas principales del árbol con motosierra, machete o "murrero", se debe evitar cortar ramas de diámetro mayor a una pulgada y sólo realizar podas controladas para dar forma al árbol.

- **Proceso de cosecha:** el maqui se recolecta mediante la agitación o sacudida de ramas del árbol sobre una lona, o mediante la recolección manual uno a uno del fruto maduro. También se podan pequeñas ramillas que se desgranan a mano. Este maqui desgranado a mano permite obtener frutos seleccionados, de mayor calidad y madurez, destinados a la repostería o a la elaboración de productos con valor agregado. El maqui se recupera fácilmente después de la poda o el corte de ramas secundarias, gracias a la presencia de yemas durmientes que se activan con el sol.

3.1 Propagación por semillas

La semilla de *A. chilensis* presenta mecanismos de latencia primaria, que se inician al final de la maduración, cuando la semilla aún está en la planta. En condiciones *in vitro* las semillas no tratadas pueden alcanzar hasta un 60% de germinación (Rodríguez *et al*., 2017) y bajo condiciones naturales, se registra también una baja germinación, entre 34 y 63% (Vogel *et al.* 2005).

Para una mayor germinación final se recomienda la escarificación, no obstante, Rodríguez *et al*. (2017) sostienen que con la estratificación fría por ocho semanas se obtiene una mayor velocidad inicial de germinación hasta los treinta días. Por otra parte, Rodríguez *et al.* (1983), citado por Valdebenito *(*2006), reporta una germinación para el maqui de 90% en base a un pre-tratamiento en agua y posterior aplicación de ácido giberélico. A su vez, Molina (2001), ensayó diversos tratamientos para evaluar la germinación de maqui, concluyendo que los tratamientos con giberelina en dosis de 2.500 y 5.000 mg/L fueron los más efectivos en interrumpir la latencia, aunque solo logran un porcentaje de germinación de 18%. Los tratamientos de escarificación con ácido sulfúrico y lavado de la semilla tanto con agua caliente como agua fría, no tuvieron efecto sobre la germinación de la semilla de maqui. Resultados similares a los informados por Molina (2001), fueron entregados por Valdebenito *(*2006), con ensayos de germinación aplicando remojo de la semilla en agua y posterior remojo en ácido giberélico, se observa una mejor respuesta con 500 mg/L de ácido giberélico el cual presenta un 29% de germinación. El mismo autor señala que el número de semillas por kilo en esta especie fluctúa entre 98.000 y 130.000 unidades. Sin embargo, en la zona de Mañihuales en la Región de Aysén, se reportaron 76.923 semillas/Kg

hecho que se explica por el mayor peso de las semillas (Salinas, 2020 sin publicar).

Cuadro 1. Antecedentes germinativos de semillas de *A. chilensis*.

Nº semillas / kg	Pureza %	Viabilidad %	Año colecta	Procedencia	Germinación %
98.000	99	77	1999	Frutillar	s.i.
122.400	99	90,38	2004	Antiquina	29%*
130.769	99	92,4	2004	Catrico	18%**
76.923	s.i.	97,5	2020	Mañihuales	s.i.

Fuente: Valdebenito (2006); Salinas, (2020) sin publicar.

Nota: * Tratamiento de 500 mg/L de ácido giberélico
**Tratamiento de 2500 mg/L de ácido giberélico.



3.2 Propagación vegetativa



El maqui se puede multiplicar en forma vegetativa mediante enraizamiento de estacas de tallo. Según Doll *et al.,* (1999), se puede llegar a 100% de enraizamiento al usar estacas provenientes de tocones y un sustrato de arena. Con la aplicación de hormonas de enraizamiento, ácido indolbutírico (AIB), se ha llegado a un 90% de enraizamiento en concentraciones de 2.000 ppm, sin encontrar diferencias significativas con el tratamiento testigo (Bonometti, 2000). Joublan *et al*., (1999) evaluaron distintas concentraciones de AIB sobre el enraizamiento de estacas de maqui (0, 1.000, 2.000 y 3.000 mg/L de AIB), concluyendo que después de 60 días, las estacas tratadas con AIB enraízan mejor que las estacas no tratadas, y que los mejores resultados se obtienen con la dosis de 3.000 mg/L el cual permite obtener un mayor número de raíces y brotes aéreos por estaca. En la región de Aysén, Salinas *et al.* (2011) utilizando AIB en polvo, logran un 47% de enraizamiento, valor que resultó menor al conseguido con el tratamiento testigo donde se obtuvo un 53%. Palma (2001) realizó dos ensayos de enraizamiento de plantas femeninas de maqui en la Región del Biobío, uno en invernadero y otro a la intemperie, encontrando mejores resultados en el segundo ensayo (73,3% de enraizamiento), con concentraciones de 1000 mg lts^{-1} de AIB. Para plantas masculinas de maqui recolectadas en Chillan, los mejores resultados se encontraron en dosis de 3.000 mg/L de AIB, con un 67,5% de enraizamiento (Poblete, 1997).

Según Bonometti (2000) los esquejes basales mejora cales, sin embargo, en ambos casos la utilización de la hormona aumenta n el enraizamiento y el largo de brotes respecto a los esquejes api la longitud de los brotes y el enraizamiento.

Experiencias efectuadas entre 2017 y 2018 en el Vivero Los Cortes con Global Berries (socio estratégico) para multiplicar plantas de ecotipos de maqui recolectados de las comunas de Maullín y Paillaco, hicieron uso de una mezcla de aserrín de pino y arena de río (1:1)como sustrato, logrando enraizamiento superior al 70% de las estacas y obteniendo los mejores resultados con aquellas provenientes de material vegetal de la temporada proveniente del tercio medio y basal de la ramilla (Global Berries, 2020).



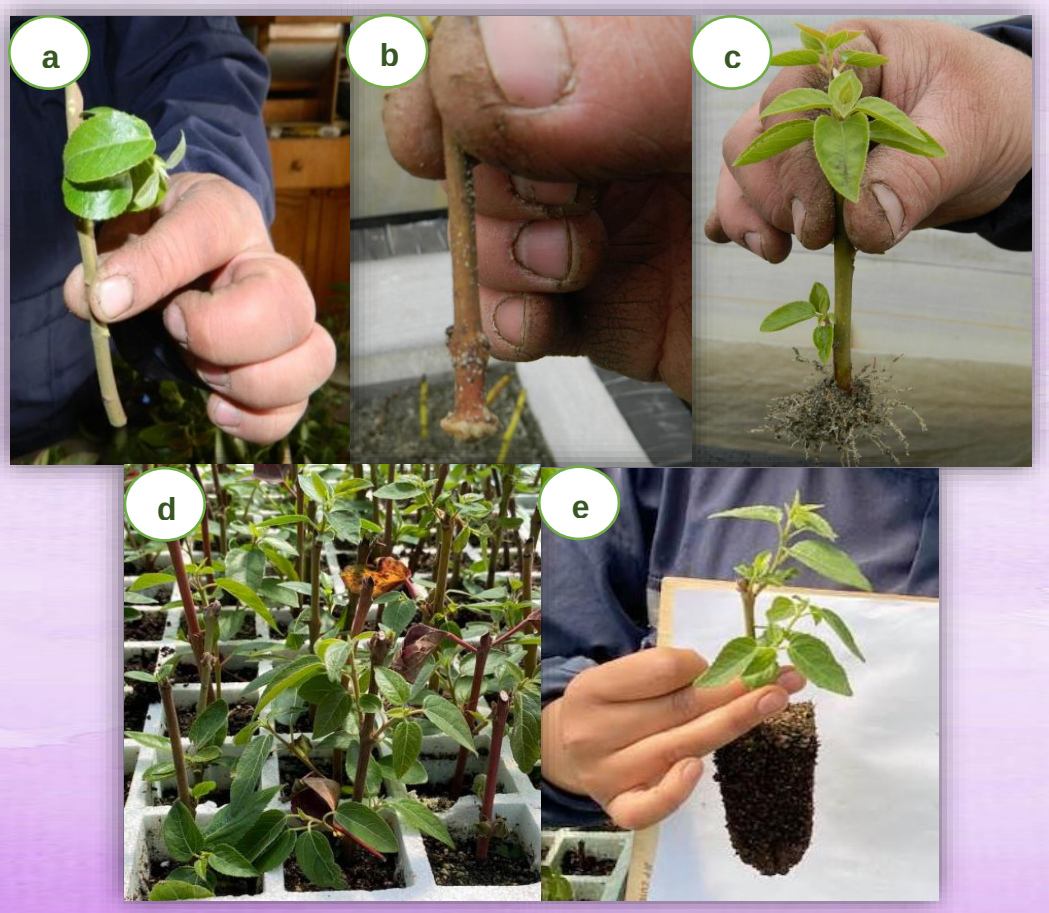


Figura 1. Enraizamiento de estacas de maqui en vivero de INFOR, Coyhaique. (a) estaca, (b) formación de callo, (c) enraizamiento, (d) raíz adherida al sustrato y (e) desarrollo de plántula en speedling.

En un ensayo realizado por el INFOR sede Patagonia en la ciudad de Coyhaique, se evaluó el enraizamiento de estacas de maqui bajo un invernadero en tres concentraciones de AIB (0, 500 y 2.000 ppm). Los mejores resultados se obtuvieron a una concentración de 2000 ppm de AIB después de 90 días de evaluación, obteniendo un 55,6% de enraizamiento (Salinas, 2020 sin publicar).

3.3 Propagación in vitro

El cultivo *in vitro* es otra metodología de propagación asexual que permite obtener gran cantidad de plantas sanas de un mismo material genético. A pesar de ser un método más costoso que la propagación por estacas, se obtiene una mayor tasa de multiplicación en el corto tiempo (Fernández et al., 2019).



Figura 2. Propagación *in vitro* de maqui (Fernández *et al*., 2019).

Esta forma de cultivar las plantas tiene dos características fundamentales, la asepsia (ausencia de gérmenes) y el control de los factores que afectan el crecimiento (Global Berries, 2020). Existen laboratorios que se dedican a esta tecnología y prestan el servicio (Fernández *et al*., 2019).

Los frascos que contienen las plantas se ubican en estanterías con luz artificial dentro de la cámara de crecimiento, donde se fija la temperatura en valores que oscilan entre los 21 y 23°C, además de

controlar la cantidad de horas de luz. Por su parte, el medio de cultivo se compone de una mezcla de sales minerales, vitaminas, reguladores de crecimiento, azúcar, agua y agar (Castillo, Alicia comunicación personal citado por Global Berries, 2020). Este sistema es el que están utilizando los principales viveros que comercializan plantas de maqui para huertos comerciales. En diferentes viveros del país desde la Región de Valparaíso a Magallanes se ha logrado producir plantas de maqui por semilla y por esquejes.



En el cuadro 2 se presenta el listado de viveros que han producido plantas de maqui durante el último tiempo.

Cuadro 2. Viveros que han producido plantas de maqui en Chile.

REGIÓN	COMUNA	NOMBRE	DIRECCIÓN	EMAIL
VALPARAÍSO	NOGALES	DOÑA CELINDA	PARCELA 198 I GARRETON	S.I.
	NOGALES	VIVERO NATIVA	PEDRO FELIX VICUÑA 830 INTERIOR	jbarra@nativavivero.cl
	LA CALERA	EL PURUTUN	PARCELA EL TRANQUE LOTE 1 B	ocaceresv@yahoo.com
	LA CALERA	EL ROBLE	AV PRINCIPAL N° 620-PACHACAMITA BAJO	viveroelroble@hotmail.com
	CONCÓN	JARDIN LA POSADA	INDEPENDENCIA PARCELA 2	m.gonzalezbastias@hotmail.com
	ALGARROBO	KARÜLEUFÜ	LAS DICHAS HJ-1 PARCELA B-3	administracion@revoluta.cl
	LLAY LLAY	LLAY LLAY	CALLE EL SALITRE S/N	carlos.toledo@conaf.cl
	PANQUEHUE	PALOMAR	CHIMPEL BAJO S/N	eduardo.gonzalez@cajalosnades.cl
METROPOLITANA	MELIPILLA	AGR.Y COM. BOLLEN	CAMINO MALLARAUCO N° 3060	mirandadumand2@gmail.com
	LA PINTANA	ANTUMAPU	AV SANTA ROSA N° 11315	vivantu@uchile.cl
	PEÑALOLÉN	JARDIN PEÑUELAS	RIO CLARO 1299	anni.urruti@gmail.com
	MELIPILLA	LAURITA	AVENIDA VALPARAISO KM 11,5 SAN JOSE	vivero.laurita@hotmail.com
	MELIPILLA	LOS JARDINES DE CHOCALAN	CARRETERA A RAPEL K-4 S/N	vivero.chocalan@gmail.com
	ISLA DE MAIPO	RINCONADA DE NALTAGUA	PARCELA 63 LOTE 1-SECTOR LA LLAVERIA	contacto.vivero.naltagua@gmail.com
	LA FLORIDA	SAN FELIPE	AV. VICENTE VALDES N° 812	viverosanfelipe@hotmail.com
	PADRE HURTADO	SAN FRANCISCO PH	RIO ACONCAGUA N° 1105	viverosanfrancisco@gmail.com
	SAN PEDRO	SAN PEDRO	CARRETERA DE LA FRUTA S/N	juan.vera@conaf.cl
	TALAGANTE	URCA	CARAMPANGUE N° 0715	urca1@hotmail.com
	PIRQUE	VIVERO CLARILLO	RESERVA NACIONAL RIO CLARILLO	carlos.ulloa@conaf.cl
	BUIN	VIVERO BUIN	CAMINO LOS TILOS S/N	melisa.henriquez@conaf.cl
	HUECHURABA	VIVERO Y JARDIN PUMAHUIDA	CARRETERA GENERAL SAN MARTIN 7021	pumahuida@gmail.com
	HUECHURABA	WE ALIWEN	AVDA. LA PIRAMIDE 6000	daniela.prado@umayor.cl
LIBERTADOR GRAL.	SANTA CRUZ	CHOMEDAHUE	LA GRANJA S/N	norma.perez@conaf.cl

BERNARDO O'HIGGINS	RENGO	LOS ROBLES	CAMINO DE LOS LOBOS S/N	vivero.losrobles@hotmail.com
	SANTA CRUZ	MI JARDIN VIVERO	LA ZONA SIN N°, CAMINO A LOLOL	viveromijardinsc@gmail.com
	PAREDONES	SAN ANDRES	LA QUESERIA CHICA S/N, RUTA I-72	S.I.
	LOLOL	VIVERO SANTA CAROLINA	LA HIJUELA N° 03, EL HUAICO	eli.acevedop@hotmail.com
	SANTA CRUZ	SANTA TERESA	CHOMEDAHUE S/N	forestalgiglio@yahoo.es
	SAN VICENTE	EL ESPINAL	RUTA H-66, TUNCA ABAJO, KM 19,8	omartinez@palmachilena.cl
	LAS CABRAS	ENTRE CANALES VIVERO Y JARDIN	AV. CARLOS FRESNO 1084, LAS CABRAS	hservicios@yahoo.es
	REQUÍNOA	JARDIN SAN ANTONIO	POTRERILLO LOS BAÑOS	janemiranda1974@gmail.com
	RENGO	PEYUMAPU	LOTE B, 1B N° 26	jhconstructor@gmail.com
	PAREDONES	VIVERO PAREDONES	AV. SAN JUAN S/N	jcastroboza@gmail.com
	REQUÍNOA	VIVERO CAUQUENES	HACIENDA CAUQUENES S/N, RUTA H 35	jorgekafati@gmail.com
	SAN VICENTE	VIVERO CHAGUAL	ESTERO ZAMORANO N°701	jramirez.luz@hotmail.com
	MACHALÍ	VIVERO FORESTAL CHACAYES	LOCALIDAD DE CHACAYES S/N	maximo.patricio@hotmail.com
	LOLOL	VIVERO LOLOL	SECTOR RINCÓN DE LAS OVEJAS S/N°	sandoval.patricia@gmail.com
MAULE	CONSTITUCIÓN	CRISTIAN CHAMORRO	KM 18 CAMINO CONSTITUCION-TALCA	crischamorrogodoy@hotmail.com
	SAGRADA FAMILIA	TRIPAN	RUTA K 16-KM 2.5 CAMINO LONTUE	nvergara@tripan.cl
	SAN CLEMENTE	EL MAULE	CARRETONES BAJO FUNDO SANTA OLGA S/N SAN CLEMENTE	dmiverde@gmail.com
	CONSTITUCIÓN	QUIVOLGO	CAMINO CONSTITUCIÓN-PUTU KM 5	S.I.
BIOBÍO	TIRÚA	EL PELLIN	TRANAQUEPE, PARCELA N° 34	viveroelpellin@hotmail.com
	CONCEPCIÓN	FORESTA	CAMINO A CABRERO-KM 6.3	vpinoq@gmail.com
	LOS ÁNGELES	SAN CARLOS	ANDRES MARTENE N° 250	bosquessur@123.cl
	MULCHÉN	FORESTAL MULCHEN	KM 537, RUTA 5 SUR, SECTOR DICAO	ramos.morel@gmail.com
	LOS ÁNGELES	LOICA SPA	PARCELA 2 SAN GERARDO	renecruzf@gmail.com
	CORONEL	LAHUEN MAPUCHE	ACEVEDO HERNANDEZ N° 1050	S.I.
	ALTO BIOBÍO	ÑIRECO	HIJUELA N°9 QUEPUCA RALCO	S.I.

	FLORIDA	QUINTA SANTA ANA	QUINTA SANTA ANA. FLORIDA	rimeja@yahoo.com
	LEBU	PARQUE EOLICO LEBU	CHIMPEL BAJO S/N	ftrebilcock@lebutoro.cl
	SAN PEDRO DE LA PAZ	VIVERO INFOR	CAMINO CORONEL-KM 7.5	mgonzalez@infor.cl
ÑUBLE	CHILLÁN	CENTRO DE SEMILLAS, GENETICA Y TECNOLOGIA	ANDRES BELLO N° 1320	antonio.varas@conaf.cl
	BULNES	LOS BELLOTOS	LAS ESQUINAS S/N, EL BARON	saulmolinaf@gmail.com
ARAUCANÍA	ANGOL	FORESTAL Y AGRICOLA PIEDRA DEL AGUILA LTDA	PARCELA N° 14 EL MAITEN, SECTOR EL PARQUE	mauricio@forpal.cl
	NUEVA IMPERIAL	LOS ALAMOS, SOCIEDAD MADRE TIERRA LTDA	KM 2,5 IMPERIAL-TEMUCO, HUERTO FAMILIAR	sociedadmadretierra@gmail.com
	NUEVA IMPERIAL	LOS AVELLANOS	PARCELA 114 SECTOR TRAITRICO	aumana@nuevaimperial.cl
	LONCOCHE	NUESTRA SEÑORA DEL CERRO	KM 20, VILLARRICA-LONCOCHE	jnibacache@yahoo.com
	NUEVA IMPERIAL	VIVERO FORESTAL NUEVA IMPERIAL	KM 28,5 RUTA S-40	david.jouannet@conaf.cl
LOS RÍOS	VALDIVIA	ANGACHILLA	INGENIERO RAUL SAEZ S/N	rogelionovoa@gmail.com
	VALDIVIA	LOS CASTAÑOS	SECTOR CAYUMAPU	cecilia.munoz@arauco.cl
	RÍO BUENO	PILMAIQUEN	FUNDO PILMAIQUEN	info@viveropilmaiquen.cl
	LA UNIÓN	TRAIGUEN	CAMINO PTO. NUEVO, SECTOR TRAIGUEN	S.I.
	MARIQUINA	VIVERO HUILLILEMU	CAMINO SAN LUIS DE ALBA KM 8	neftali.soto@conaf.cl
	MÁFIL	VIVERO PLANGEN	HIJUELA 2 RUCAPICHIO	viveroplangen@gmail.com

LOS LAGOS	FRUTILLAR	CENTRO EXPERIMENTAL U. DE CHILE	FRUTILLAR BAJO	oseas.huenqueao@uchile.cl
	OSORNO	JARDIN NATIVA	PASAJE JUAN LAGOS 828	pola.ramirezwevar@gmail.com
AYSÉN	AYSÉN	EL MALLIN	KM 2 RUTA 240 AYSEN- COYHAIQUE	erwin.toledo@conaf.cl
	COYHAIQUE	INFOR PATAGONIA	KM 4,5 CAM. COYHAIQUE ALTO	imoya@infor.cl
MAGALLANES	PUNTA ARENAS	VIVERO FORESTAL RIO DE LOS CIERVOS	RUTA 9 - KM 5,5 SUR	jorge.barria@conaf.cl



(Fuente: Centro Tecnológico de la Planta Forestal: https://ctpf.infor.cl).

Dentro de los trabajos realizados por JICA (1992), citado por Drake *et al., (*2009), se registra la construcción de una función de volumen para *A. chilensis*, con antecedentes registrados de la Reserva Nacional Malleco en la región de la Araucanía, sin embargo, no existe información sobre los estadígrafos que respalden la validez de la ecuación de volumen.

Un estudio realizado en 1988 por la Universidad de Chile en la X Región, seleccionó 24 árboles de *A. chilensis* desde el sector del río Maullín hasta la Isla de Chiloé, para generar tablas de volumen sin corteza hasta un diámetro de utilización de 10 cm. El resultado de este estudio se muestra en el cuadro 3. Por otro lado, en la actualización del inventario continuo de recursos forestales que realiza el Instituto Forestal, se presenta un modelo de volumen de árbol individual ajustados para la especie *A. chilensis* (INFOR, 2009).

Cuadro 3. Modelos de volumen para *A. chilensis*.

Función	Autor	Ubicación	R^2
$V = 0{,}0381 + 0{,}4731 \times (D/100)^2 \times (-5{,}0851 + 0{,}7704 \times H)$	JICA, 1992	RN Malleco	s. i.
LN V = (- 6,85116 + 1,6647 x LN (D))	UCH, 1998	X Región	0,81
LN V = (- 7,79199 + 2,0737 x LN (D))	UCH, 1998	X Región	0,89
$V = 0{,}01270452 + 0{,}00003128 \times D^2 \times H$	INFOR, 2009	X Región	s. i.

Fernández *et al*. (2017) realizaron funciones de biomasa para las zonas de Coya y Trehualemu, para los componentes de frutos, hojas, ramas y fuste, y biomasa total usando como variable independiente el diámetro a la altura del cuello (Cuadro 4).

Cuadro 4. Funciones de biomasa para los componentes de *A. chilensis*.

Estructura	Función de Biomasa	Ubicación	R^2
Frutos	1,050404 x DAC ^{1,863385}	Trehualemu, VII Región	0,61
Frutos	1,050409 x DAC ^{1,863381}	Coya, VI Región	0,72
Ramas y fustes	45,6653 x DAC ^{2,0346}	Trehualemu, VII Región	0,90
Ramas y fustes	48,1474 x DAC ^{2,3658}	Coya, VI Región	0,75
Hojas	14,8195 x DAC ^{1,5739}	Trehualemu, VII Región	0,68
Hojas	7,5678 x DAC ^{2,1978}	Coya, VI Región	0,75
Total general (sin frutos)	59,6671 x DAC ^{1,9546}	Trehualemu, VII Región	0,88
Total general (sin frutos)	55,5157 x DAC ^{2,3478}	Coya, VI Región	0,77

5. CONCLUSIONES

Las intervenciones silvícolas de raleo y poda demustran efectos positivos en la fructificación del maqui. Los resultados muestran que las intervenciones más apropiadas dependen de la cobertura del rodal. En formaciones más abiertas, es recomendable una extracción moderada de 30% del área basal, lo que permitió una producción media de frutos de 27,8 Kg/ha. En formaciones con mayor cobertura, se recomienda ralear en forma más intensa (60% del AB) sin efectuar poda, con lo que se obtuvo una producción media de frutos de 44,8 Kg/ha.

Maqui es una especie vegetal que es posible multiplicar de forma sexual y asexual. Para la propagación por semillas es recomendable un pre-tratamiento en agua y posterior aplicación de ácido giberélico. Mientras que para la propagación vegetativa se utilizan hormonas de enraizamiento (ácido indolbutírico – AIB en concentraciones de 2.000 ppm).

Entre las regiones de Valparaíso hasta Magallanes existen viveros con capacidades de producir plantas de maqui.

Los Planes de Manejo de recolección de maqui séran una herramienta eficaz, que recogerán estos principios para asegurar preservar la estabilidad del hábitat y conservar a las especies asociadas.

5. REFERENCIAS

ARRIBILLAGA, D. & ZEGERS, M.T. 1998. Explotación Industrial del Calafate. Tierra Adentro julio agosto de 1998 Nº 21.

BONOMETTI, C. 2000. Aspectos reproductivos en flores de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 97p.

DOLL, V; VOGEL, H; IBARRA, G; JELDRES, P; RAZMILIC, I; SAN MARTIN, J; VIZCARRA, G; MUÑOZ, M; SAENZ, M y DONOSO, M. 1999. Estudios de domesticación de especies nativas ornamentales de potencial uso Industrial. In: Domesticación de diferentes especies nativas ornamentales y medicinales. Universidad de Talca. p 5-8.

DOLL, U.; MOSQUEIRA, D.; MOSQUEIRA, J.; GONZÁLEZ, B. and VOGEL, H. 2017. Pruning maqui (*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz) to optimize fruit production. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 6, 10-14.

DRAKE, F. EMANUELLI, P. y ACUÑA, E. 2009. Compendio de funciones Dendrométricas del Bosque Nativo. Universidad de Concepción. 196 p.

FERNÁNDEZ, P.; PEÑA-ROJAS, K.; FISCHER, S. y ESPINOZA, C. 2017. Evaluación de Métodos Silvícolas para la Producción de Frutos de Maqui, en algunas zonas ubicadas en las Regiones de O'Higgins y del Maule. Informe Técnico Final Proyecto 048/2014 Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Santiago, Chile. 168 pp.

FERNÁNDEZ, MARÍA; DOLL, URSULA y VALLEJOS, CARLOS. 2019. El maqui fruto forestal chileno famoso a nivel mundial. El Maule, Chile. 38 pp.

GLOBAL BERRIES. 2020. Investigación plan y protocolo de transferencia para el manejo productivo y comercio del maqui (*Aristotelia chilensis*) en La Región de los Ríos. Informe final. Valdivia, Chile. 259 p.

INFOR, 2009. Inventario continúo de los bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. Los recursos forestales en Chile, informe final. Ministerio de Agricultura. 202 p.

JOUBLAN, J.P.; BERTI, M.; SERRI, H.; WILCKENS, R. y POBLETE, P. 1999. Propagación vegetativa en maqui (*Aristotelia chilensis*). Agro-Ciencia 15(1): 33-38.

MOLINA, J.M. 2001. Preacondicionamiento de la semilla de maqui (*Aristotelia chilensis*) y descripción de sus cambios morfológicos en el proceso de germinación. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 32 pp.

PALMA, M. 2001. Propagación vegetativa de plantas femeninas de maqui *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. Memoria de título Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción.

POBLETE, P. 1997. Propagación vegetativa en maqui (*Aristotelia chilensis*). Memoria de título Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. 22 pp.

RODRÍGUEZ BERAUD, M.; TAMPE PÉREZ, J.; HORMAZABAL VÁSQUEZ, N.; ARANEDA DURÁN, X.; TIGHE NEIRA, R., y CÁRCAMO-FINCHEIRA, P. (2017). Efecto de la escarificación y estratificación sobre la germinación in vitro de *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz. *Gayana. Botánica*, *74*(2), 282-287.

SALINAS, J. 2020. Investigación silvícola y tecnológica de berries nativos de interés comercial en Patagonia: prácticas de propagación y manejo. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 28 p.

SALINAS, J. ACUÑA, B. DÍAZ, E. 2011. Protocolo de producción de siete especies nativas, con fines de restauración en la Región de Aysén. Instituto Forestal. Coyhaique. 82 pp.

VOGEL, H.; RASMILIC, I.; SAN MARTIN, J.; DOLL, U. and GONZÁLEZ, B. 2005. Medicinal Chilean plants, experiences on domestication and cropping of boldo, matico, bailahuén, canelo, peumo and maqui. University of Talca. Talca, Chile. 192 pp.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA SILVÍCOLA Y DE RECOLECCIÓN SUSTENTABLE PARA FORMACIONES DE MAQUI (*Aristotelia Chilensis* MOL. (STUNTZ) EN LA REGIÓN DE AYSÉN (CHILE)

Fernán Silva[13]; Jaime Salinas[14]

[13] Servicio Agrícola y Ganadero, Coyhaique, Chile. fernan.silva@sag.gob.cl
[14] Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl



1. INTRODUCCIÓN

A. Chilensis es una especie endémica de los bosques subantárticos de Chile y Argentina. Es considerada una especie pionera en las primeras etapas de sucesión de un área boscosa, donde coloniza terrenos quemados o explotados, formando agrupaciones densas y monoespecíficas conocidas como "macales". Estos macales contribuyen a reducir la erosión y generar las condiciones para que se establezcan otras especies con requerimientos ecológicos mayores (Donoso 2006; Salinas, 2012).

En Chile crece desde el valle del Limarí (Región de Coquimbo) hasta el Lago General Carrera (Región de Aysén), tanto en el Valle Central como en ambas Cordilleras, desde el nivel del mar hasta los 2.500 m.s.n.m. (Rodríguez *et al.,* 1983). Se desarrolla preferentemente en quebradas, faldeos de cerros o márgenes de bosques. Además, es considerada una especie exótica invasora en la Isla Juan Fernández, formando extensos matorrales en los valles y penetrando el bosque, donde puede alcanzar considerables alturas. Crece asociado a otras especies o bordeando bosquetes, en lugares húmedos, coloniza con facilidad terrenos que han perdido su cubierta vegetal (Fernández, 2014).

El fruto del maqui es una baya de color negro o púrpura, que ha sido utilizado ancestralmente por la cultura mapuche y huilliche para fines medicinales, tintóreos, artesanales (corteza), alimenticios y rituales (Mösbach, 1992; Alonso, 2012). Desde el 2007 se ha exportado como materia prima para la industria nutracéutica, cuyos principales destinos han sido Japón (25%), Corea del Sur (24%), Italia (18%), Estados Unidos (16%), Alemania (9%), Australia (3%), y Dinamarca (2%), entre otros (El Mercurio Economía y Negocios, 20/11/15).

Según INFOR (2017) el volumen exportado en la temporada 2016 alcanzó 448 toneladas, siendo el fruto congelado el formato que aporto con la mayor proporción (52% del volumen total). Del total exportado, cerca de un 30% se colecta en la Región de Aysén, principalmente en dos localidades de la comuna de Aysén (Villa Mañihuales y Valle Lagunas). Es en estos sectores donde las actuales prácticas de cosecha y recolección de frutos de maqui, puede afectar las formaciones naturales, debido a que dichas prácticas carecen de criterios de sustentabilidad. En tal sentido, el presente capítulo recopila información disponible para la generación de una propuesta silvícola y de recolección sustentable para formaciones de maqui (*A. chilensis)* en la Región de Aysén, Chile. En este capítulo proporciona información sobre una propuesta de manejo silvicultural del macal, además de catastrar la superficie y ubicación de los macales en la Región de Aysén, diferenciar los sectores cubiertos con maqui y describir las actuales técnicas de cosecha de frutos maqui y proponer buenas prácticas silvícolas para los macales de Aysén.



2. ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

La Región de Aysén posee un clima frío oceánico de bajas temperaturas, con abundantes precipitaciones, fuertes vientos y mucha humedad. Las características del relieve provocan una diferencia de climas en el sector oriental, formado por islas y archipiélagos, y en el sector oriental de la Cordillera Patagónica. El estudio se realizó en la en las localidades de Mañihuales (45° 11' - 45° 14' LS) y Valle Laguna (45° 65' - 45° 67' LS) pertenecientes a la comuna de Aysén, donde se presentan suelos de origen fluvio-glacial volcánico de reciente formación.

2.1 Análisis espacial

Para delimitar la superficie regional con presencia de maqui, identificada en las actualizaciones del Catastro del Bosque Nativo (CONAF, 2011) se usó los softwares Arcgis y QGIS. Para tal efecto, se agrupó a todas las coberturas de vegetación que presentaban presencia de maqui hasta el quinto orden de dominancia. Posteriormente, para definir los rangos de pendiente y exposición, la información anterior se cruzó con un DEM (modelo de elevación digital) de 90 m de resolución. Se definió 5 rangos de pendiente (0-10%, 10-30%, 30-45%, 45-60% y > a 60%) y se calculó la superficie y exposición de las áreas con maqui.

2.2 Revisión de buenas prácticas y manejo

Se analizó la información primaria y secundaria de producción y silvicultura disponible en la literatura, y se complementó con la experiencia local. Se determinó las prácticas mínimas deseables para el buen manejo de los macales, y se identificó las prácticas que pueden atentar contra la sustentabilidad de los ecosistemas dominados por maqui.

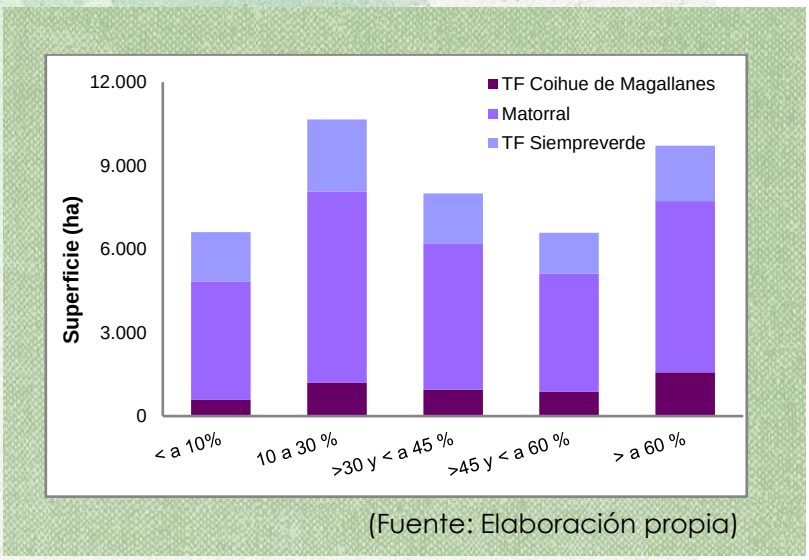
3. SUPERFICIE Y UBICACIÓN DE LOS MACALES EN LA REGIÓN DE AYSÉN

De acuerdo al Catastro del Bosque Nativo (CONAF, 2011) en la Región de Aysén el maqui se distribuye principalmente en la zona inferior de las cuencas de los ríos Palena (localidad de la Junta) y Aysén (localidades de Mañihuales y Valle Lagunas) cubriendo una superficie aproximada de 55.000 ha., además, habría cerca de 1.000 ha que estarían entre las reservas Rosselot, Mañihuales y Río Simpson.

El 61 % de los macales no estaría asociado a ningún tipo forestal, sin embargo, existe un 29% que está asociado al tipo forestal Siempreverde y un 10% al Tipo Forestal Coihue de Magallanes.

En total existen alrededor de 17.000 ha de maqui distribuidas en pendientes inferiores a 30% y de estas, unas 4.254 ha están distribuidas bajo el 10% de pendiente, estas últimas no estarían asociadas a estructuras de bosque, más bien son consideradas como matorrales (figura 1).





(Fuente: Elaboración propia)

Figura 1. Superficie de macales por rango de pendiente (%) en condición de Matorral y asociado a los Tipos Forestales Siempreverde y Coihue de Magallanes fuera del SNASPE.

4. COSECHA TRADICIONAL DEL MAQUI

Uno de los principales usos del maqui en Chile fue la industria del tinte natural, y su principal mercado, a partir de 1990 lo constituyó Europa. De acuerdo con el testimonio de un antiguo productor de maqui de la zona de Mañihuales[15], los frutos se recolecta en volúmenes de 20 a 70 kg por árbol y entre 100 y 1.300 kg/ha. Esta información difiere con lo informado por Valdebenito (2003), quien indica que las cosechas por árbol son en promedio 10 Kg en árboles de 7 años ubicados en la zona centro sur de Chile y coincide con una mayor talla de los árboles en la zona austral.

[15] Comunicación personal Sr. Juan Seguel, agricultor de Villa Mañihuales.

Para la colecta se cortan ramas frutales, se depositan sobre una lona plástica extendida en el suelo y posteriormente se sacude las ramas con varas para desprender los frutos por vibración. Así se van separando las bayas de las hojas y restos vegetales para luego depositar la fruta en bolsas de 20 kg dentro de sacos o bandejas cosecheras.

4.1 Pérdidas en la producción de fruta

La recolección silvestre es la principal fuente de suministro de frutos de maqui. En esta actividad las ramas que llevan frutas se cortan para cosechar los frutos; con esto se extrae el potencial de cosecha de la próxima temporada (Vogel, 2014). Por otra parte, lo normal es que no se coseche más del 20% de la fruta del macal. La producción se obtiene desde árboles heterogéneos, por lo general en la cima de sus copas, sobre los 4 a 5 m de altura. La altura a la que se produce la fruta induce a los recolectores a desganchar los árboles, provocando desgarros y destrucción de los mismos. Consecuentemente, a los árboles cosechados les cuesta varios años recuperarse de la intervención, pudiendo llegar a morir por el colapso que causa el ingreso de enfermedades fungosas. Todo este proceso ocurre en macales abiertos o en los bordes de matorrales densos. En este último caso queda un gran volumen de individuos sin cosechar, en contraposición al macal cosechado que queda en muy malas condiciones por efecto de desgarros de tallos fustales (figura 2).



Figura 2. Tipos de corte de ramas. Corte de vástago con motosierra (izquierda). Corte de vástago con machete (derecha).

4.2 Malas prácticas de cosecha

La mayor parte del maqui que se recolecta se hace bajo la Norma de Certificación de Agricultura Orgánica (Ley 20.089/ 2006), de acuerdo a las exigencias de los mercados de destino. Se deberá contar con un Plan de Manejo que asegure la sustentabilidad del recurso, que establezca claramente un área de recolección y no se perturbe la estabilidad del hábitat como lo establece el Art. 19 del reglamento de dicha Ley. A continuación, se describen malas prácticas que contravienen este marco regulatorio:

- Generalmente cuando una rama está muy cargada de frutos y tiene fácil acceso, es fuertemente mutilada para sacar la mayor cantidad de fruta sin dejar ramas frutales remanentes para la producción de la siguiente temporada.
- El uso de motosierras durante la cosecha, con aceite de cadena no biodegradable o derivado del petróleo, podría contaminar la fruta y ser tóxico para la salud del operador[16] si no se ocupan los

[16] http://www.emaresa.cl/agroforestal/index.php/forestal/aceite-biodegradable-para-cadenatal/aceite-biodegradable-para-cadena/aceite-biodegradable-para-cadena

elementos de protección personal. Los aceites biodegradables a base de canola no necesariamente son compatibles con la Norma de Agricultura Orgánica antes mencionada, ya que pudiese ser un insumo transgénico a base de soya o canola OGM (organismo genéticamente modificado) excluido de los insumos permitidos en la Ley de Agricultura Orgánica.

Otras prácticas de colecta que no se condicen con las regulaciones de la Ley de Agricultura Orgánica son:

- Corte de vástagos con desgarro, ya sea con machete, serrucho o motosierra, por cuanto debilitan a la planta y permiten entrada de enfermedades.
- Cosecha en quebradas, orillas de cauces y cuerpos de agua y en suelos frágiles (> a 60% de pendiente).
- Disposición de ramas de forma desordenada que pueden servir como material combustible para propagar incendios.
- Disposición de materiales de cosecha, de desecho y basuras domésticas en los predios y macales, o en sus alrededores.
- Cosecha en bordes de camino, por cuanto los frutos obtenidos en esa condición pueden estar contaminada con las emisiones de vehículos motorizados.



Figura 3. Malas prácticas de cosecha de macales. Tala raza de macal en ladera, Villa Mañihuales (izquierda), desperdicios (bolsa cosechera y vaso) derivados de la colecta de frutos de maqui (derecha).

5. PROPUESTA SILVÍCOLA Y DE RECOLECCIÓN SUSTENTABLE

Como resultado del estudio efectuado se propone una pauta de buenas prácticas de cosecha, uso múltiple y silvicultura de macales silvestres, con el fin de mantenerlos en el tiempo sin que se vean sobre explotados o perjudicados por la cosecha.

Se debe enfatizar la necesidad de implementar un sistema de cosecha no destructivo, que permita extraer la fruta y al mismo tiempo evitar pérdidas cualitativas y cuantitativas en la producción.

Por otra parte, para huertos clonales y replantes de macales, también se prescriben algunas buenas prácticas para mejorar la producción de frutos, entre ellas: (i) la necesidad de usar polinizantes masculinos adecuados y así asegurar una buena fertilización cruzada durante todo el periodo de floración; (ii) la conveniencia de usar una amplia variabilidad genética, que permite seleccionar clones más adecuados para sistemas de producción con brotes de abundante florescencia, poco vigor vegetativo y una producción de fruta de calidad para establecer huertos o cultivos de alta densidad.

Dado que el maqui no suele ser considerado una especie de hábito arbóreo, su explotación no ha exigido Plan de Manejo Forestal (PMF). Sin embargo, si el rodal cuenta con una o varias especies arbóreas, cualquier intervención debe hacerse sin afectar al bosque nativo del que forma parte o en su defecto, se requerirá PMF toda vez que se consideren raleos, podas, fajas de cosecha, sitios de acopio de ramas o cualquier otro manejo que intervenga un área forestal.

Una moción presentada al Senado[17] en el año 2017 considera que un PMF para obtención de Productos Forestales no Madereros (PFNM) debería incluir algunas de las propuestas y requisitos mínimos especificados a continuación.

Debe determinarse un área de cosecha bien delimitada en un plano donde se permita el acceso a los recolectores que estén autorizados. Esta área debe excluir en lo posible quebradas, bordes de cauces y cuerpos naturales de agua, bordes de caminos y bardas o suelos frágiles. Adicionalmente, como requisitos mínimos deberían considerarse los siguientes:

- Determinación de áreas de cosecha, zonas de uso limitado, conservación, protección y preservación.
- Lugar de extracción y su extensión en mapa de al menos escala 1:20.000. Ideal en formato shape o kml/kmz.
- Cantidad estimada a extraer en la temporada.
- Insumos y modalidad de extracción: Porcentaje de ramas remanentes sin cosecha.
- Registros de trazabilidad por recolector/a y área de cosecha.
- Poda y otros manejos como exclusión de ganado, cercado, etc.



- Disposición de contenedores de basura, baños, lugares de colación y fuentes de agua potable para los/las recolectores/as.

[17] http://www.lignum.cl/2017/02/17/proponen-cultivo-extraccion-comercializacion-especies-silvestres-considere-plan-manejo/

Áreas de manejo:

- **Exclusión y manejo limitado**: bordes de cauces y cuerpos de agua (10 a 15 m de la línea de máxima inundación). Se propone sólo recolección manual, sin corte de ramas ni actividades madereras.
- **Pendiente < a 10%:** sin restricciones, permite planes de manejo madereros y no madereros, limpias selectivas, raleos en fajas, enriquecimiento, plantación suplementaria, permite sombreaderos y zonas de acopio tanto de fruta como de ramas y troncos.
- **Pendiente 10 a 30%**: Conservación. Permite manejo conservacionista. Se sugiere mantener una cobertura no menor al 50 %, senderos con pendiente inferior al 10%, obras de contención de la erosión como alcantarillas, envaralados y pasarelas. Uso silvopastoral restringido y de baja carga animal pero fuera de la temporada de cosecha.
- **Pendiente de 30 a 45**%: Conservación y protección. La cobertura debe mantenerse por sobre un 70 % y no debe permitirse el ingreso de animales, sólo se permite raleo sanitario y recolección manual de baja intensidad.
- **Pendiente > a 45 % y < a 60%:** Protección y uso limitado: sólo se permitir recolección manual limitada.
- **Pendiente > a 60 %:** Preservación y no uso: Maqui intangible. No debe cosecharse ni intervenirse. Sólo exclusión y vida silvestre.
- Establecer **vías de cosecha** a modo de senderos que estén debidamente habilitados para facilitar el tránsito y el cruce de cauces con puentes y obras menores como barandas, escaleras, etc.



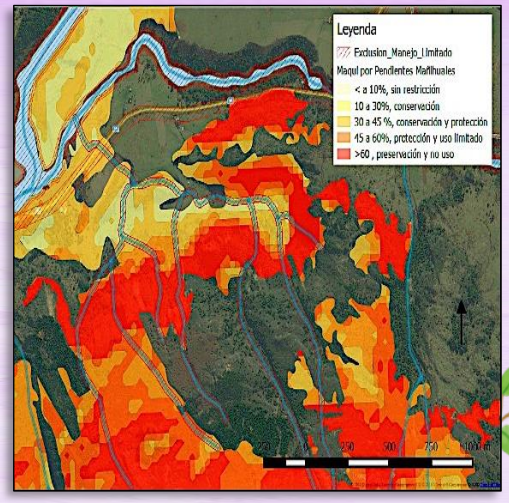


Figura 4. Ejemplo de definición de áreas de uso según restricción de pendiente, sector Mañihuales, Región de Aysén.

- Determinar la época adecuada de poda para evitar las enfermedades fungosas, recubrimiento de heridas con pasta bordelesa, considerar poda de formación y de producción.
- Disponer **áreas de acopio** transitorias en sectores planos. Disponer de sombreaderos cerca de una fuente de agua limpia donde puedan hacer su colación los recolectores.
- Cuando los macales (áreas de cosecha) son grandes (> a 50 ha) y /o aislados, se requerirá de **servicios higiénicos** para asistir a los recolectores.
- La **disposición de desechos, como** las ramas cosechadas, se dispondrán de forma de disminuir el escurrimiento superficial, evitar la erosión y facilitar la regeneración ya que siempre nacen plantas nuevas bajo el material leñoso.
- **Las Herramientas** deben ser tijeras telescópicas y tijerones para evitar desgarros de los vástagos y ramas. Hacer cortes en bisel para evitar pudriciones y en cortes gruesos se puede usar una pasta poda a base de caldo bordelés. Evitar usar motosierra durante la cosecha (figura 5).
- Una **señalética** deberá indicar que el macal está certificado para la recolección orgánica o que existe un contrato de cosecha y no se permite el ingreso de personas no autorizadas.

Las personas que ingresen al macal deberán ser capacitadas previamente y tener su credencial que acredite que fueron instruidas por personal idóneo indicado en el Plan de Manejo.

- Cuando el área de cosecha es mayor a 50 ha, se deberá constituir un **Centro de Acopio** dentro del predio para almacenar y transferir la fruta diariamente a la **Planta Procesadora** más cercana. Este Centro de Acopio debiera considerar cámaras de frío para evitar la fermentación y contaminación de la fruta cosechada.



Figura 6. Herramientas no recomendadas a utilizar (izquierda), herramientas más amigables para la cosecha de frutos de maqui (derecha).

5.1 Uso múltiple de los macales

Los maquis viejos son útiles como perchas para aves rapaces, dan sombra al ganado en el verano y protegen de las bajas temperaturas en el invierno. Proveen de astillas y leña para encender estufas y cocinas a leña. El material grueso producto del desrame puede disponerse para leña y astillas, las que tienen un alto valor en el mercado local. Diseñar y establecer vías de saca,

centros de acopio y senderos de recolección permiten manejos silvícolas que dan como subproducto gran volumen de leña.

Restauración: debe planificarse la restauración de macales muy dañados o con alta mortalidad por irrupción de enfermedades o efectos de la sequía. En estos lugares se puede sacar parte de la madera muerta para hacer leña y excluir del ganado para permitir la regeneración natural. La exclusión es financiada por el SIRSD-S (Sistema de Incentivos a la recuperación de suelos degradados) y la restauración puede financiarse por la Ley de 20.283 (Ley de bosque nativo). Para efectos de dicha Ley, los macales son formaciones vegetales que pertenecen al Tipo Forestal Siempreverde con matorral arborescente de ciruelillo (*Embothrium coccineum*) donde el maqui actuaría como especie nodriza o pionera de la sucesión ecológica, sin embargo, la exclusión del ganado es fundamental y condicionante para que estos manejos sean efectivos. La exclusión de bosque nativo degradado del tipo siempreverde permite una regeneración por semilla exitosa al cabo de 10 años (Muñoz, 2009).

Uso silvopastoral: Cuando la cobertura de bosque y matorral es inferior al 25% o cuando la superficie del rodal es inferior a 0,5 ha, o tiene un ancho inferior a 40 m, el macal no califica para hacer un Plan de Manejo Forestal. En casos como los descritos, el uso silvopastoral del macal debe ser diferido, respetando periodos de rezago de la pradera y alturas de pastoreo de 4 a 7 cm para las forrajeras. Potreros con praderas de más de un 20% de suelo desnudo deberán ser excluidos del ganado. No podrá usarse fertilizantes sintéticos en las praderas de los macales orgánicos, salvo el azufre. Tampoco se permitirá el uso de herbicidas sintéticos para el control de especies invasoras, como la mosqueta, en áreas de recolección de frutos de maqui.

Todas las actividades de manejo a realizar, tales como movimiento de ganado, apotreramiento, habilitación de aguadas, fertilización,

volúmenes de cosecha, muerte de animales; deberán quedar debidamente registrados en un Libro de Registros del Macal.

5.2 Silvicultura del macal

Un principio silvícola para el manejo de macales silvestres es evitar rebajes o podas en época de cosecha, ya que las heridas que se generan durante estas operaciones coinciden con periodos de alta temperatura y lluvias ocasionales, condiciones que predisponen el ingreso de hongos (por ejemplo, *Septoria aristotelicola*) y degeneran en una muerte progresiva del macal. Por el contrario, si estas podas y otros manejos se implementan en invierno y de forma planificada, se mejora la condición y el estado sanitario del macal.

Debe considerarse también, que la recolección silvestre se hace principalmente en los bordes de los macales, es decir en los senderos o vías naturales de acceso, y en las plantas que están entre el macal y la pradera, donde existe la mayor exposición de las copas a la luz. Por lo anterior, es necesario incrementar la superficie de borde susceptible de colecta, a través de intervenciones en fajas y plantaciones suplementarias alternas por las orillas. De igual forma, para favorecer la producción frutal, durante el receso de los macales (mayo a agosto) es recomendable implementar una **poda de producción**, mediante la cual se eliminen las ramas bajas con poca exposición al sol (Figura 7).



Figura 7. Esquema de poda de producción para maqui[18].

Para complementar la intervención anterior, un **raleo de liberación de copas** contribuirá a aumentar significativamente la superficie de las copas expuestas a la luz, lo que induce a mayor producción de yemas florales y frutos/ha. Por su parte, mediante **raleos sanitarios** se podrá hacer leña y acopios de ramas de árboles enfermos y muertos por enfermedades fungosas tales como *Septoria aristotelicola y Phytophthora sp.*



(Fuente: modificado de INTA[19])

Figura 8. Liberación de copas

[18] https://www.alltradestemp.com/utah-pruning-tips/
[19] https://inta.gob.ar/documentos/manejo-sostenible-del-bosque-nativo



Figura 9. Muerte de vástagos a causa de cortes de cosecha.

Para facilitar la recolección de frutos, el **rebaje de copas** a menos de 4 m de altura resulta una intervención recomendable, mientras que la **exclusión del ganado en las áreas de cosecha** posibilitará una adecuada regeneración del macal.

La **exclusión en cauces y quebradas,** así como la **plantación suplementaria** también contribuyen a facilitar la regeneración en los bordes de los macales, en parches sin vegetación o en limpias producto del raleo sanitario. Al respecto se debe recordar que mientras más sinuoso sea el borde mayor será la superficie posible de cosechar. Los arbustos acompañantes tales como michay (*Berberis darwinii*), chaura (*Gaultheria spp.*) y yaqui (*Discaria chacaye*) entre otras, servirán de nodriza a nuevos ejemplares, en especial para evitar el daño de roedores y liebres.

Durante las **labores silvícolas** efectuadas en los macales, se recomienda usar motosierras lubricadas con aceites de cadena biodegradables y que **no sean** a base de oleaginosas transgénicas (canola). Cualquier otro insumo deberá estar aprobado por la Ley 20.089 cuando la cosecha está bajo certificación orgánica.

5.3 Propuesta de planta de acopio y procesado del maqui

El acopio del maqui se hace en plantas de proceso que reciben los frutos en bolsas de polietileno de alrededor de 30 Kg y sacos de primer uso. Allí la fruta es depositada en bandejas cosecheras, las que van a una cámara de refrigeración con temperatura de 0 a -5°C. Los recolectores/as de maqui, idealmente debieran utilizar una ficha de cosecha para conocer la trazabilidad de estos frutos silvestres (cuadro 1).

Cuadro 1. Modelo de ficha de cosecha utilizada para conocer la trazabilidad de frutos silvestres.

FICHA DE COSECHA PRODUCTOS SILVESTRES			
Nombre científico	*: Aristotelia chilensis*	Coordenadas (UTM huso 18 G)	:
Nombre vulgar	: maqui	Nombre recolector	:
Productor	:	Centro de Acopio empresa)	:
Rol del predio	:	Volumen (bolsas o cajas)	:
Área de cosecha (ha)	:	Peso (kg) neto	:

De acuerdo al Título 9 de la Ley 20.089, la congelación se considera una operación de proceso (Art 43 a 46). Como tal, los requisitos que le son aplicables son los que se detallan en el Art. 44 de dicha ley y consideran aspectos tales como:

- El agua empleada en el proceso debe cumplir con la NCh 409 y no debe ser tratada químicamente.
- Se puede usar hasta un 5% de materias primas de origen convencional, pero solo cuando no puedan ser reemplazadas por otras de origen orgánico.

La planta de acopio de maqui, así como cualquier centro de acopio predial, deberá mantener un perímetro libre de plagas y animales domésticos, superficies limpias y una línea de proceso clara sin estructuras, materiales, equipos o insumos de otras actividades. También es recomendable mantener una bodega de materiales independiente de la línea de proceso.

Considerando la creciente demanda por maqui y las grandes brechas que existen entre la recolección silvestre y la implementación de huertos clónales, es necesario y prudente implementar normas de manejo de los macales. Se debe evitar que se sobre explote el recurso, permitiendo a su vez una alternativa a los rubros de la leña y crianza extensiva de ganado. Por cierto, para las 17.000 ha estimadas de maqui que tienen potencial de cosecha, es de interés que puedan ser intervenidas a través de Planes de Manejo (PM) bonificables y fiscalizables; donde a través de podas, raleos, fajas de renovación, siembra, plantación suplementaria y exclusión del ganado se pueda incrementar la oferta de dendroenergía, junto con mejorar las condiciones de luminosidad necesarias para una fructificación abundante y homogénea de maqui, y a su vez facilitar el acceso a la cosecha a través de vías de saca. En los Planes de Manejo se deben considerar actividades como; plantación suplementaria y siembras para la restauración de cauces, revegetación de riberas y sectores donde esta especie naturalmente sea más competitiva que las exóticas.

6. CONCLUSIONES

Si bien la recolección y comercialización de frutos de maqui cuenta con una enorme perspectiva de crecimiento y beneficios para la comunidad, esta actividad debe ser desarrollada considerando las restricciones fisiográficas (pendientes fuertes y los cursos de agua). Así también las buenas prácticas evitarán la cosecha en lugares no aptos, como orillas de camino y otras fuentes de contaminación.

Los Planes de Manejo de recolección de maqui serán una herramienta eficaz, que recogerán estos principios para asegurar preservar la estabilidad del hábitat y conservar a las especies asociadas. La acreditación de recolectores capacitados y el debido registro de cosecha permitirán certificar que los manejos se hacen sin afectar los procesos naturales y que el producto está libre de contaminación.

En el mediano plazo, un manejo conservacionista donde no se remuevan las ramas en exceso y sólo se colecte la fruta con variadores y/o capachos, evitaría la erosión genética de los macales más productivos, a la vez que podría proporcionar tiempo y recursos para iniciar y consolidar la domesticación de este extraordinario frutal nativo.

7. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Comercial KALFU por estimular y apoyar este estudio. A la Mesa Articuladora de Productos Forestales no Madereras (PFNM) de Aysén por ser un referente regional y permanentemente visibilizar y potenciar el rubro de PFNM en la agenda pública y privada regional.

8. REFERENCIAS

ALONSO, J. 2012. Maqui (*Aristotelia chilensis*) un nutracéutico chileno de relevancia medicinal Re. Farmacol. de Chile 2012 5(2):95.

CONAF, 2011. Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Monitoreo de Cambios y Actualizaciones, Período 1997-2011.

FERNÁNDEZ, O. 2014. PROYECTO PCTF - FAO: Actividades para la gestión de los recursos y conservación de los recursos genéticos del Archipiélago Juan Fernández. Manual para el cultivador del archipiélago Juan Fernández. Jardín Botánico Nacional. 74 p.

INFOR. 2017. Estadísticas forestales. Online http://wef.infor.cl/publicaciones/publicaciones.php?subopcion=6#/12

MÖSBACH, E.W. 1992. Botánica Indígena de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino, Fundación Andes, Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile, p. 91.

MUÑOZ, A. 2009. Patrones de regeneración en claros a una década de la floración y muerte masiva de *Chusquea quila* (*Poaceae*) en un remanente de bosque antiguo del valle central en el centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 82: 185-198.

RODRÍGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 408 pp.

VOGEL, H.; PEÑAILILLO, P.; DOLL, U. CONTRERAS, G. CATENACCI, G. y GONZÁLEZ, B. 2014. Maqui (*Aristotelia chilensis*): Morpho-phenological characterization to design high-yielding cultivation techniques. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 1: 123-133.

CAPÍTULO 4



LA DOMESTICACIÓN DEL MAQUI, UN ESTUDIO DE CASO EN CHILE

Roberto Ipinza[20]; Braulio Gutiérrez[21]; Carlos Magni[22]; Maria Paz Molina[23]; Jaime Espejo[24]

[20] Ingeniero Forestal, Dr. Ingeniero de Montes. Investigador Instituto Forestal, Sede Valdivia, roberto.ipinza@infor.cl
[21] Ingeniero Forestal. Investigador Instituto Forestal, Sede Biobío, bgutierr@infor.cl
[22] Ingeniero Forestal, Dr. Ciencias Forestales. Académico Universidad de Chile, crmagni@uchile.cl
[23] *Ingeniera Foresta*, Máster en Investigación en Conservación y Uso de Sistemas Forestales, Universidad de Valladolid, mmolina@infor.cl
[24] Ingeniero Forestal, Dr. y Magister Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, jespejoc@puc.cl



1. INTRODUCCIÓN

Las proyecciones mundiales indican que la demanda de alimentos, energía, fibra y madera continuará en aumento en forma sostenida, exigiendo un incremento en la productividad de estos bienes y la incorporación de nuevas superficies a la producción de los mismos. El mejoramiento genético constituye una respuesta para desarrollar cultivos sustentables, que optimicen la productividad por unidad de tiempo y superficie, para satisfacer las crecientes demandas por recursos naturales.

El desarrollo de la agricultura y domesticación de cultivos representa el mayor hito en la historia de la humanidad, constituyendo el paso de una estrategia de recolección de especies silvestres a otra de producción y cultivo, que modificó profundamente las formas de vida de las comunidades humanas.

El hombre Paleolítico o Mesolítico se limitaba a consumir los vegetales y animales silvestres que podía recolectar o capturar. En alguna medida esta modalidad de consumo se mantiene hasta nuestros días en actividades como la pesca, la explotación de leña de especies nativas y la recolección de frutos silvestres. En el Neolítico, en cambio, el hombre comienza a transformarse en productor, originando así fuentes de alimentación constantes, reduciendo la caza y recolección, reemplazándolos por el cultivo de vegetales y crianza de animales.

Una breve historia de la domesticación de plantas, hasta las aplicaciones más modernas del mejoramiento genético avanzado, permiten reconocer en el caso de maqui un súper alimento y un fruto excepcional, cuyo cultivo en Chile, bajo esquemas de desarrollo sustentable, está generando un producto de alto valor nutricional y con importantes impactos sociales y ambientales para las comunidades locales.

2. DOMESTICAR



La domesticación no es un efecto estático en la vida de un organismo individual; es un proceso dinámico y gradual que se mantiene durante varias generaciones. La domesticación se inicia cuando un organismo silvestre es aprovechado por el ser humano, resultando con el tiempo en un cultivo o crianza intencionada del mismo. Este cultivo permite seleccionar características de interés para el hombre, que surgen de manera natural en las poblaciones, manipulando así la diversidad genética para la satisfacción de las necesidades humanas.

La domesticación bien pudo comenzar durante el Paleolítico, cuando los humanos ya comenzábamos a alterar diferentes poblaciones de plantas silvestres, aunque el inicio de los cultivos vegetales y cría de ganado corresponden a la denominada "revolución del neolítico" acontecida en el periodo de transición entre la última era glacial y la era más cálida posterior (Reichholf, 2009). Los registros mejor documentados hablan de aproximadamente ocho mil años atrás — coincidiendo con el origen de la agricultura y de la ganadería— en varias regiones del mundo separadas e independientes entre sí, como China, Oriente Medio y Próximo o Nueva Guinea.

En el Nuevo Mundo la domesticación de plantas de maíz, maravilla y maní precedió en varios milenios a la de especies animales como el pavo, la llama o la alpaca. En Asia la domesticación de la oveja, la cabra, el cerdo, el gato y distintas especies de vacuno, precedió a la de las principales especies cultivadas, como el trigo en Oriente Próximo o el arroz en el Lejano Oriente.

En sus inicios, la domesticación se combinó con actividades de caza y recolección, lo que hizo más simple y eficaz satisfacer las necesidades humanas de alimentos básicos (Harari, 2014). Durante esta etapa inicial la participación humana incidió sobre la dispersión y la reproducción de la planta domesticada, hasta la selección de variedades agrícolas y la modificación del ecosistema para favorecer su explotación. En el Neolítico, mediante actividades de selección, la especie humana manipuló en forma inconsciente los genomas de las especies domesticadas.

Las leyes de la herencia fueron desarrolladas por Mendel 1866 y recién a principios del siglo XX se acuñó el término «Genética», sin embargo, los hombres y mujeres del Neolítico fueron grandes genetistas, quizás sin saberlo, ya que utilizaban la selección asociada a cuellos de botella (Eyre-Walker et al., 1998).

Como consecuencia de la domesticación las plantas cultivadas han experimentado una serie de modificaciones genéticas que inciden sobre características tales como la facultad de auto dispersión, que se reduce para facilitar la recolección, en grave detrimento de la capacidad de supervivencia en el medio natural; la reducción de las defensas químicas y físicas, con el fin de hacerla comestible; el aumento de tamaño de semillas, frutos u otros órganos que sirven de alimento. Así, los organismos domesticados han perdido en gran medida su capacidad de reproducirse en el medio natural, dependiendo del ser humano para completar su ciclo de vida, a cambio han adquirido las propiedades adecuadas para servir eficazmente como alimento humano (Vallejo y Estrada, 2016). En otras palabras, los organismos vivos que nos sirven de sustento dejaron de ser «naturales» hace milenios por el mero hecho de no ser capaces por sí solos de vivir en el medio natural.

En la actualidad, casi la totalidad de la alimentación humana procede del cultivo y crianza de un reducido número de especies vegetales y animales.

2.1 El maqui, un candidato a la domesticación

El maqui es una planta que ha sido consumida por los chilenos prehispánicos, e incluso restos polínicos permiten suponer que esta especie hacía parte de la dieta del hombre de Cuchipuy[25], unos 3 mil años atrás (Rojas, 1991). Es un arbolito perennifolio perteneciente a la familia de las *Eleocarpaceae*. Esta familia está compuesta por 10 géneros y alrededor de 400 especies, las que se encuentran distribuidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo, a excepción del continente africano.

El género *Aristotelia* está representado por especies de zonas templadas del Pacífico Sur. Fue bautizado por L´Heritier en honor a Aristóteles, en tanto que el nombre maqui es aparentemente de origen mapuche.

En Chile continental el maqui crece entre el Limarí y Aysén, tal como se exhibe en la Figura 1. Se desarrolla en una gran diversidad de hábitats, desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud, pero con mayor frecuencia en terrenos alterados, con buena exposición a la luz. Es un arbolito dioico de 4 a 5 metros de altura y hasta 8 metros en la zona austral, con tallos rojizos, hojas grandes, opuestas y dispuesta en cruz. Los frutos son pequeñas bayas de color negro-morado brillante, que son producidos en los ejemplares femeninos (Riedemann, 2001; Hoffmann, 1994, Rodríguez *et al*., 1983). El maqui corresponde a los conocidos como "*berries nativos*", junto a la murta y el calafate.

[25] Sitio arqueológico del Periodo Arcaico, ubicado 7 Km al sur de la localidad de San Vicente de Taguatagua, donde se han encontrado restos óseos y culturales de cuatro cementerios sobrepuestos en estratos de distinta antigüedad.

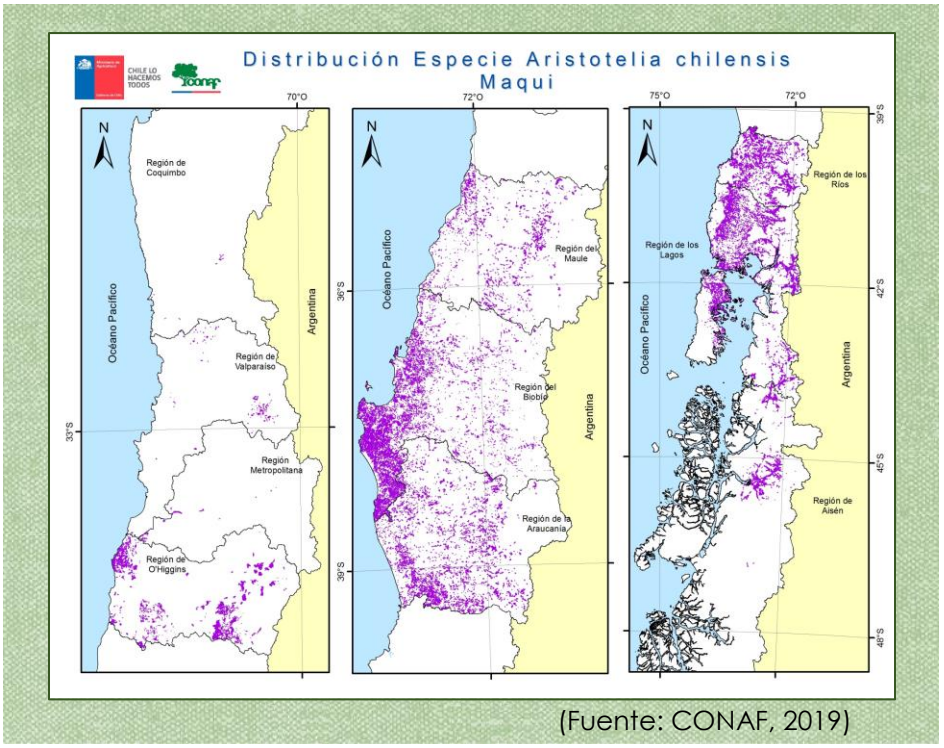


Figura 1. Distribución de Maqui, en Chile



2.2 El maqui es una súper fruta y alimento

En el caso del maqui fue el descubrimiento de sus propiedades antioxidantes y nutracéuticas lo que motivó el interés industrial, y por ende del auge de la colecta indiscriminada e insustentable de esta importante especie nativa.

El maqui es un fruto nativo de Chile y Argentina que tiene gran cantidad de antioxidantes. Está catalogado como una "súper fruta", debido a su concentración de polifenoles antioxidantes (Campo Sureño, 2010), superando en casi tres veces a la frambuesa y al arándano. La palabra súper alimento surgió del marketing sin tener una definición legal determinada, se refiere a alimentos e ingredientes de comidas que contienen una alta cantidad de elementos nutritivos y un impacto positivo a la vida saludable de los consumidores. Incluye varios rubros de productos incluyendo frutos (súper frutas), vegetales, raíces o cereales.



Debido a sus grandes beneficios nutricionales y nutracéuticos, la demanda por productos de maqui ha aumentado considerablemente en la última década. Como dato ilustrativo, un estudio apoyado por FIA indica que la exportación de congelados y procesados de maqui ha crecido desde los US$ 1,18 millones en 2014 a los US$ 9,9 millones en 2016.

2.3 Sustitución de colecta por domesticación moderna

El valor ecológico que tienen los denominados berries nativos, como el maqui; su valor nutraceútico; su valor como súper fruta y súper alimento; más la necesidad de desarrollar alimentos para la creciente población humana, entre otros, sugieren que es necesario y deseable un proceso de transición desde el sistema de colecta y recolección clásica de productos forestales no madereros, a un nuevo modelo de producción intensiva, basado en el cultivo y en innovación tecnológica derivado de los avances en ciencia y tecnología.

Diversos estudios analizan la situación de mercado y las perspectivas del fruto de maqui (Romo *et al*., 2018; Benedetti, 2012; ODEPA, 2017; Romo, 2016). En la actualidad se extrae de poblaciones naturales y existen 19 empresas exportadoras, que venden a 9 países, entre los cuales destaca Corea del Sur, con más del 80% de la producción nacional, lo cual equivale aproximadamente a 104 toneladas, fundamentalmente deshidratadas.

La tendencia actual es aumentar la productividad agrícola mediante cultivo intensivo. A modo de ejemplo, en 1920 en los EE. UU los cultivos representaban una superficie de 350 millones de hectáreas, luego en 1995, la superficie se redujo a 320 millones de hectáreas, pero la producción por unidad de área se había triplicado, en el mismo periodo de tiempo. Lo anterior refleja que el modelo de producción agrícola-ganadero basado en la utilización de recursos naturales, principalmente el recurso tierra, se transforma en otro que es intensivo en el uso de insumos industriales, semillas mejoradas, fertilizantes, productos fitosanitarios, y fundamentalmente en el conocimiento de la ciencia. Todo esto en un mundo climáticamente dinámico y con un gran giro a consideraciones de sustentabilidad de estas actividades.

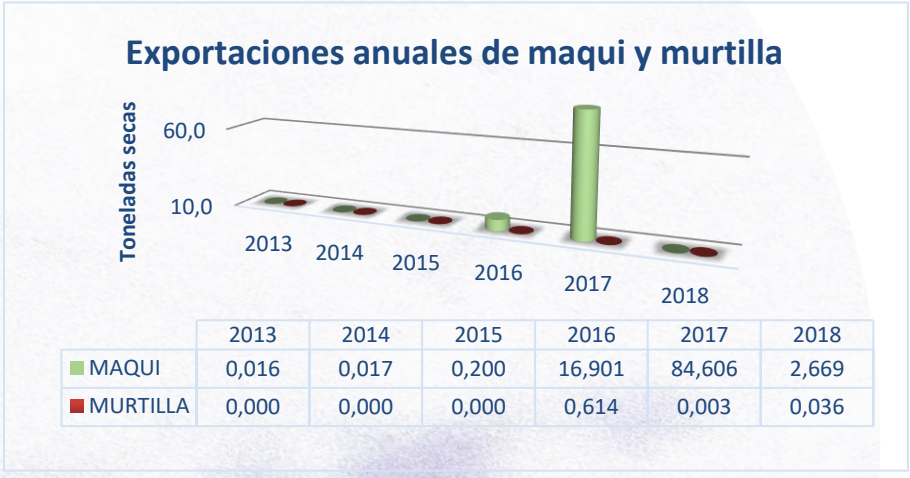
Por último, se debe considerar que el alto interés sobre maqui puede llevar a la destrucción de este recurso nativo por malas prácticas de cosecha, que buscan a toda costa satisfacer la creciente demanda industrial, ha sido de tal magnitud que obligó a que la Corporación Nacional Forestal exigiera un Plan de Manejo para la colecta de frutos. Sin lugar a duda que el actual sistema de extracción y cosecha, puede incidir gravemente en la erosión genética de muchos berries nativos, disminuyendo su diversidad genética.



2.4 Problema y oportunidad de los Berries Nativos

El negocio de los berries nativo se sustenta actualmente en un abastecimiento que proviene de la colecta silvestre, lo cual es altamente riesgoso. Prueba de este fenómeno es la abrupta caída de las exportaciones de maqui desde 84 toneladas en el año 2017 a 2,5 toneladas en el año 2018 (figura 2), caída que se explica por el cierre de mercados debido a la irregular calidad y otras deficiencias del producto obtenido mediante recolección silvestre.

Bajo condiciones de recolección del recurso silvestre, el fruto normalmente no cumple los estándares de calidad y eso ha provocado que se cierren mercados. Por lo mismo, la colecta de maqui silvestre no es sostenible en los aspectos económicos, ambientales y sociales. Por el contrario, las señales del mercado indican la conveniencia de realizar cultivo intensivo sostenible de maqui para generar una materia prima de calidad estandarizada y origen trazable.



	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MAQUI	0,016	0,017	0,200	16,901	84,606	2,669
MURTILLA	0,000	0,000	0,000	0,614	0,003	0,036

(Fuente: Modificado de Romo *et al*. 2018)

Figura 2. Evolución de las exportaciones de maqui y murtilla.

2.5 Domesticación a través de Programas de Mejoramiento Genético e Iniciativas de cultivo en Chile

Antes de analizar las iniciativas que se llevan en Chile sobre el mejoramiento genético es menester revisar y analizar alguno aspecto de la biología reproductiva específicamente sobre el sexo del maqui.

2.5.1 Biología reproductiva

De acuerdo a Moesbach (1992) los mapuches denominaban "*quelon*" al árbol *Aristotelia chilensis*, y usaban la palabra "*maki*" para referirse a las bayas negras que constituyen su fruto. Con el tiempo, la expresión maqui se convirtió en el nombre vernáculo de la especie. Aunque especulativo, resulta curioso que la especie *Aristotelia serrata,* originaria de Nueva Zelanda, tenga como nombre común la palabra maorí "*makomako*"; quizás la similitud de este vocablo con la palabra maqui no sea una casualidad y puede ser indicativo de algún nivel de conexión con el mundo polinésico.

El primer descriptor del maqui fue Don Juan José Molina (Abate Molina) quien lo denominó *Cornus chilensis* y describió su estructura floral como "*flores blancas con cuatro pétalos, y las bayas como las del sangudo, de color violáceo, y muy dulces (sic)*"; así este relato nos aproxima a conocer rudimentalmente el sistema de propagación de la mencionada especie. Contemporáneamente Rodríguez *et al*. (1983) describen la anatomía floral de *A. chilensis* como de flores amarillo-pálidas, de 5-6mm de diámetro; Cáliz con 5 a 6 sépalos lanceolados, agudos, pubérulos, casi enteramente libres, de 2-2,5 mm de largo y 1-1,5mm de ancho; pétalos 5 a 6, trasovados, de 3 -4 mm de largo. Flor masculina con 10- 15 estambres, dispuestos en dos verticilos que rodean un ovario rudimentario; anteras vellosas, dehiscentes por 2 poros apicales;

filamentos cortos y delgados. Flores femeninas con un ovario grueso, verdoso, trilocular; estilo corto y estigma trífido; estambres reducidos a estaminodios. Fruto, una baya redonda negra brillante de 4-5 mm de diámetro. Semillas 2-4, angulosas de 3 mm de largo y 2 mm de ancho.

Dado lo anterior, la especie se puede encasillar como dioica, es decir presenta tanto plantas masculinas como femeninas. Cárdenas (1998), indica que se puede presentar dioicidia incompleta, en que ejemplares masculinos pueden generar frutos.

Se ha observado que las flores femeninas preceden las masculinas, sin embargo, los estigmas permanecen receptivos posterior a la antesis o liberación de polen en las flores masculinas, permitiendo la polinización mediante los vectores presentes en el ecosistema en particular.

Mora (1999), reporta que la forma del polen de esta especie es circular, con un tamaño aproximado de 11 a 14 µm x 18 a 19 µm, tricolporado, con presencia de colpo, largo angosto y hundido, adicionalmente binucleado, como es característico de la familia *Elocarpaceae*. Verdi (2003), estudiando la receptividad de las flores femeninas y la elongación del tubo polínico en *A. chilensis*, determina que en términos de calibre de fruto (peso, diámetros ecuatorial y polar), la polinización entre las 24 a 48 horas es más efectiva que la de polen germinado entre 72 a 96 horas.

Riveros *et al*. (1991) señalan que las flores de *A. chilensis* son frecuentadas por agentes pertenecientes a los órdenes *Hymenoptera* y *Diptera*, confirmando lo reportado por Urban (1934). Sin embargo, Donoso (2006) señala que el viento también es un agente de polinización de la especie.

En resumen, de acuerdo a la clasificación propuesta por Dafni (1992), se puede caracterizar el sistema reproductivo del maqui de la siguiente manera:



- Disposición espacial de estructuras reproductivas masculinas y femeninas

-En plantas individuales, como Monoica;

- En grupo (población), como Dioica;

- Del aislamiento espacial o temporal de sus flores: Hercogamia[26]

- Del reconocimiento bioquímico (a nivel alélico): como Autocompatible

2.5.2 Iniciativas de Domesticación

En el país existen iniciativas de selección, cultivo y procesamiento de maqui, siendo pioneros en esta materia la Universidad de Talca en el Maule y la empresa Plangen en Los Ríos. Ambas instituciones se han enfocado en el primer eslabón de la cadena de valor del maqui, generando material de alto valor genético para transferir a terceros. Por otra parte, existen otras iniciativas de empresas cuyo modelo de negocios es la integración vertical, lo que implica que han desarrollado su propio material genético, estableciendo huertos para autoabastecerse de materia prima que les permita desarrollar productos y llegar al mercado a través de distribuidores o al consumidor final, entres estas empresas está Arauco, Maqui New Life S.A. y Nativ For Life.

[26] Fenómeno que se presenta en las plantas que tienen dispositivos especiales para evitar que una flor se fecunde por su propio polen (la autogamia).

2.5.3 Modelo de Domesticación del maqui de la Universidad de Talca

La Universidad de Talca, a través de un Programa FONDEF, generó nuevos mecanismos para explotar sustentablemente al maqui y obtener nuevas variedades más atractivas para los mercados nacional e internacional.

Antes de esto, el maqui no había sido cultivado, aprovechándose solo mediante recolección de frutos silvestres, con inadecuadas técnicas de colecta que tras cortar las ramas impedían la fructificación del año siguiente. Con el fin de producir materia prima para procesos agroindustriales y fundamentalmente exportaciones, la Universidad de Talca ejecutó el proyecto FONDEF "Screening de material genético y desarrollo de clones y técnicas de manejo de maqui (*Aristotelia chilensis*)", iniciativa que buscaba mejorar la oferta de materia prima para fines de exportación y uso agroindustrial.

Durante el proyecto se estudió las características de la baya del maqui, con el fin de obtener variedades con la mejor combinación de sus propiedades y posibilitar su cultivo con miras a una producción comercial, sin poner en riesgo la existencia del fruto nativo. Los mejores ejemplares de esta selección fueron establecidos en ensayos clónales en Curicó, Talca, Chillán, Panguipulli y Río Negro, en campos de productores interesados en conocer el comportamiento del maqui bajo condiciones de cultivo. Lo anterior permitió evaluar y monitorear la adaptabilidad de los ejemplares seleccionados. Como resultado del proyecto se logró seleccionar tres variedades de maqui, denominadas Luna Nueva, Morena y Perla Negra, para las cuales se solicitó la inscripción en el Registro de Variedades Protegidas del SAG. La propagación y venta de este material vegetal seleccionado está disponible para los agricultores que desean establecer un cultivo comercial a través de los viveros Agromillora y Los Olmos.

Para masificar la producción de las variedades obtenidas y satisfacer la necesidad de plantas de los agricultores interesados en su cultivo, se ejecutó un segundo proyecto FONDEF, esta vez para la micro propagación *in vitro* del maqui, técnica que permitió aumentar masiva y rápidamente el número de ejemplares clonados para abastecer el mercado. Las plantas producidas *in vitro* tienen la ventaja de ser más sanas que aquellas producidas a partir de estacas, por las condiciones estériles de su manejo, por lo tanto, también hay un efecto importante en el ámbito sanitario.

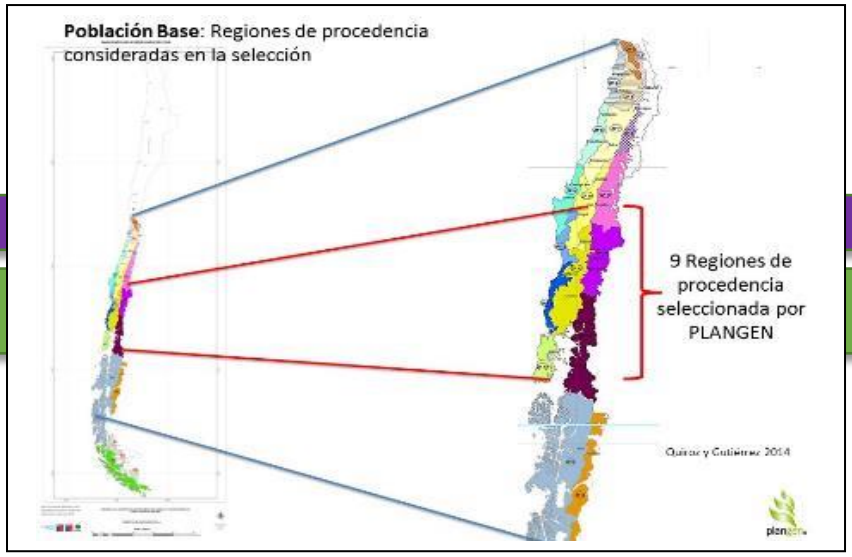
2.5.4 Modelo de Domesticación del maqui de la Empresa PLANGEN

El modelo de domesticación del maqui de la Universidad de Talca constituyó un importante avance para el cultivo de este berry y logró el interés de algunos distribuidores de material genético para su comercialización. Aun así, el cultivo de maqui no ha experimentado un despliegue importante, probablemente por la escasa cantidad de clones existentes y porque en el Maule existen alternativas de cultivo frutícola más tradicionales, mejor conocidas, de mejor valor y mayor rentabilidad. Hacia el Sur del país, desde Concepción hasta Los Lagos, no se ha evaluado el desempeño de los clones del programa de la Universidad de Talca; en esta zona el maqui exhibe un importante desarrollo, pero atendiendo a las diferencias genéticas entre poblaciones y a la normalmente alta interacción genotipo ambiente de la primera generación de mejoramiento, es esperable que los mejores clones de esta zona sean diferentes a aquellos que se seleccionaron más al norte. Por lo mismo, la empresa PLANGEN inició un nuevo programa de selección que le permitió identificar clones de alta productividad, los que están siendo preferidos por los productores de la zona sur para establecer los huertos frutales de maqui.



Figura 3. Izquierda: imagen de un huerto clonal de maqui de Plangen. Derecha: detalle del fruto.

La principal característica del programa de PLANGEN es la alta intensidad de selección de los clones, la que realiza usando el clásico y efectivo sistema de los árboles de comparación, y registrando la región de procedencia de cada selección (figura 3). Ello le ha permitido identificar del orden de 400 ejemplares no emparentados, que exhiben superioridad en las variables tamaño de frutos y cantidad de frutos.



(Fuente: Quiroz y Gutiérrez, 2014)

Figura 4. Zona de selección de los 400 individuos realizados por PLANGEN.

Para facilitar el uso industrial del maqui, PLANGEN desarrolla un programa intensivo de mejoramiento genético (Figura 4), en el que considera generaciones de 7 a 8 años. No obstante, para generar un "cultivar" se ha considerado 12 a 15 años, que va desde el momento del cruzamiento controlado hasta su liberación.

Para la primera generación tiene como meta para la Región de los Ríos establecer 50 hectáreas de huertos frutales de maqui, en la actualidad la superficie alcanza ya a más de 20 hectáreas. La meta tiene relación con la demanda de la agroindustria para disponer de un cultivo con una oferta y trazabilidad conocida.

Los objetivos del programa para la primera generación son:

- Aumentar el rendimiento de frutos en peso seco (kg/ha)
- Aumentar el tamaño de frutos
- Aumentar proporción de pulpa/semilla
- Aumento de la biomasa del follaje, en algunos clones

Para la segunda generación los objetivos del programa son:

- Aumentar la concentración de antioxidante en los frutos
- Aumentar la resistencia a plagas y enfermedades



Figura 5. Visita del grupo de Mejoramiento y Conservación Genética de INFOR a la empresa PLANGEN.

Lo anterior es particularmente interesante, pues Fredes *et al*. (2014) examinaron el contenido de antocianinas y fenólicos de frutos de maqui de individuos que pertenecían a cuatro áreas geográficas diferentes (Puchuncaví, Paredones, Talca y Pucón) durante dos temporadas de crecimiento consecutivas, y observaron que: tres genotipos de maqui exhibieron un contenido de antocianinas significativamente más alto que los otros y que los genotipos con mayor contenido de antocianinas tuvieron la mayor actividad antioxidante. Los genotipos superiores pueden utilizarse como recursos para la selección de maqui en programas de mejoramiento destinados a desarrollar nuevas variedades con elevado contenido de antocianinas.

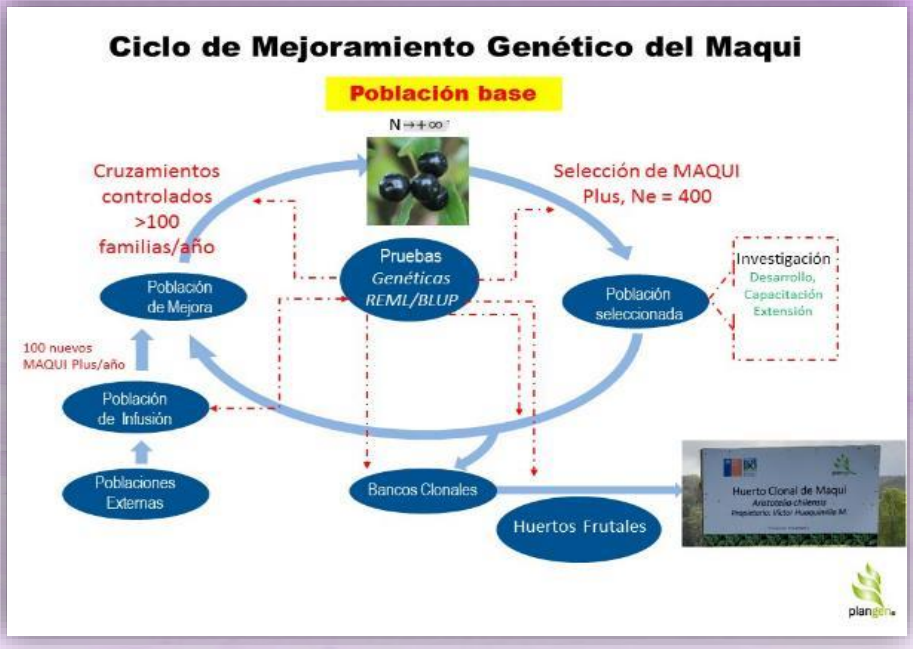
Por otro lado, la relativa lentitud de los programas de mejoramiento genético puede ser acelerada mediante los modernos avances en las ciencias biológicas que permiten identificar a los genes responsables de la arquitectura de la copa del maqui, del tamaño y cantidad de frutos y de la cantidad de antioxidantes, entre otros. Las herramientas biotecnológicas para apoyar al programa de mejoramiento genético deberían estar preferentemente relacionadas al cultivo de tejido; marcadores moleculares para identificar el sexo de esta especie dioica; mejorar la precisión de la selección; y a técnicas operacionales de polinización controlada. La mutagénesis y poliploidía podrían ser disciplinas a abordar en una segunda generación del programa.

El desarrollo de marcadores moleculares de esta especie es reciente y sin duda es un gran aporte al desarrollo de la domesticación de la especie. Sin embargo, se desconoce el genoma completo y solo unas pocas secuencias de genes están disponibles en las bases de datos. Bastías *et al*. (2016) logran identificar y caracterizar 15.950 marcadores SSR, de repeticiones de secuencia simple, neutrales, codominantes, reproducibles y altamente variables, que se señalan como perfectos para selección asistida en maqui. Los motivos SSR

más comunes fueron dinucleótidos (31%), seguidos de los motivos tetranucleótidos (26%) y trinucleótidos (24%). El motivo AG / CT (28,4%) fue el más abundante, mientras que el motivo AC (89 pb) fue el más grande. De estos SSR polimórficos se seleccionaron once de ellos y se utilizaron para analizar una población de 40 genotipos de maqui. El polimorfismo (PIC, Polymorphism information content) varía entre 0,117 y 0,82, con un promedio de 0,58, mostrando además una estructura genética panmíctica. Esto es similar a lo indicado por Fredes *et al*., (2014), a través de marcadores ISSR-PCR (inter simple sequence repeat–polymerase chain reaction), quienes indican que maqui tiene una diversidad genética significativa dentro de cada una de las cuatro regiones geográficas estudiadas (Puchuncaví, Paredones, Talca y Pucón), aspecto que también ha sido ratificado por Cona *et al*., (2020).

Las tecnologías de la agricultura de precisión pueden ser potencialmente aplicadas al cultivo del maqui, estas permiten ajustar la utilización de insumos en el espacio y el tiempo, reducir la generación de residuos, y generar impactos positivos sobre el medio ambiente. La automatización de la cosecha está en directa relación con los sistemas de producción más intensivos, y depende de varios factores biológicos, entre los que destaca la arquitectura de las plantas y el régimen de podas. Afortunadamente, en Chile existe abundante experiencia exitosa con otros frutales, lo que pueden acortar el proceso de adopción tecnológica.





(Fuente: Elaboración propia)

Figura 6. Ciclo de mejoramiento genético del maqui. Se considera una población base de 400 individuos no emparentado, se seleccionó una población de 50 individuos con alta capacidad de enraizamiento y no emparentados. Los huertos frutales productivos, son a su vez pruebas genéticas clónales, donde se puede predecir el valor genético de cada clon femenino. En la primera generación la población seleccionada es la población de mejora que mediante cruzamientos controlados originará la nueva población base y se establecerán nuevos ensayos genéticos para evaluar cada progenie de familias de hermanos completos, es decir de padre y madre conocida.

2.6 Factores claves del éxito del programa de Mejoramiento Genético de Maqui

A nivel industrial existe interés por abandonar el aprovisionamiento de materia prima a partir de la colecta tradicional y destructiva del maqui, y reemplazarla por el cultivo de variedades de alta productividad con trazabilidad de sus orígenes. Existen numerosos ejemplos de pérdida de mercados debido a los problemas ambientales que conlleva la colecta destructiva de un fruto silvestre, tales como presencia de metales pesados y residuos, entre otros.

La única fórmula apropiada para asegurar la industrialización del maqui es a través del desarrollo de huertos frutales, estandarizados y certificados, donde se concentre en una pequeña superficie una gran producción de frutos, esa es la tendencia mundial, y la industria de los berries nativos no es ajena a esa tendencia.

Adicionalmente, los huertos de maqui, deberían ser desarrollados en conjunto con nuevas tecnologías de automatización y mecanización, este elemento está presente debido al encarecimiento de la mano de obra, lo que ha sido una constante a lo largo del tiempo. No obstante, la automatización aun es lenta de incorporar en este tipo de cultivos, lo que lleva a buscar fórmulas para mejorar la introducción de innovaciones tecnológicas a través de incentivos económicos. El incentivo económico no basta por sí solo, es necesario que se produzca el avance científico adecuado que proporcione el fundamento técnico para las nuevas innovaciones. Dentro de los nuevos avances científico-técnicos con potencial aplicación al cultivo del maqui, se encuentra el desarrollo de nuevas herramientas biotecnológicas y aplicar técnicas de agricultura de precisión y automatización de la cosecha.

El progreso genético del maqui se puede evaluar a través de distintas variables o rasgos de importancia económica; no obstante,

dado que se dispone de la producción en peso seco por hectárea de algunos berries, el progreso genético se ilustra en función de esa variable. Para tal efecto, se asume que el peso seco del fruto del maqui, y de los restantes berries del cuadro 1, exhibe una alta heredabilidad, es decir, la variación del peso seco se debe en importante medida a la variación genética de las madres y/o padres, por lo tanto, el rasgo es muy transmisible desde los progenitores a sus progenies.

Cuadro 1. Heredabilidad en sentido estricto (h^2) del peso seco de algunos berries cultivados en Chile.

Nombre	Berry	Genero	h^2	Autor
Mora	Blackberry	Rubus	0,48	Hernández-Bautista, *et al*., 2017
Arándano	Blueberry	Vaccinium	0,58	Cellon *et al.*, 2018
Fresa	Strawberry	Fragaria	0,51	Mishra, Ram y Kumar, 2014
Grosella	Gooseberry	Ribes	0,12	Pluta *et al*., 2014
Cran	Cranberry	Vaccinium	0,83	Johnson-Cicalese *et al*., 2015

Los valores de heredabilidad del peso seco de los berries cultivados en Chile son relativamente altos, sugiriendo que estos tienen buenas expectativas de desarrollo genético.

La respuesta a la selección, o ganancia genética esperada, puede estimarse a partir de la heredabilidad y la intensidad de selección. En el caso de maqui, considerando una heredabilidad del peso seco del fruto de 0,5; niveles de selección como los utilizados en el programa de PLANGEN; y una producción media de 1.400 Kg/ha, entonces por el solo concepto de mejoramiento genético de primera generación, puede esperarse un aumento de producción

del orden de 199 kilos de fruto por hectárea, lo que corresponde a un incremento productivo de 14,2%.

2.7 Huertos de maqui y su relación con la apicultura

Cabe señalar que el maqui es también una planta de utilidad melífera muy interesante para la apicultura, debido a que comienza a florecer tempranamente (2 años) en relación a otras especies forestales nativas; además su floración puede extenderse ampliamente desde septiembre a diciembre. Sin duda la sinergia entre la utilidad apícola y la producción de frutos es altamente favorable para el agricultor.

2.8 Establecimiento de huertos clonales

La selección de sitios apropiados y la aplicación de técnicas intensivas de establecimiento permiten un óptimo desarrollo frutícola. Si a esto se le agrega tecnología de agricultura de precisión, se puede mejorar aún más la selección de sitios, densidad optima de plantación, gestión de los recursos hídricos, fertilización, cuidados culturales, entre otros, repercutiendo en definitiva en una mejor y más eficiente producción frutal.

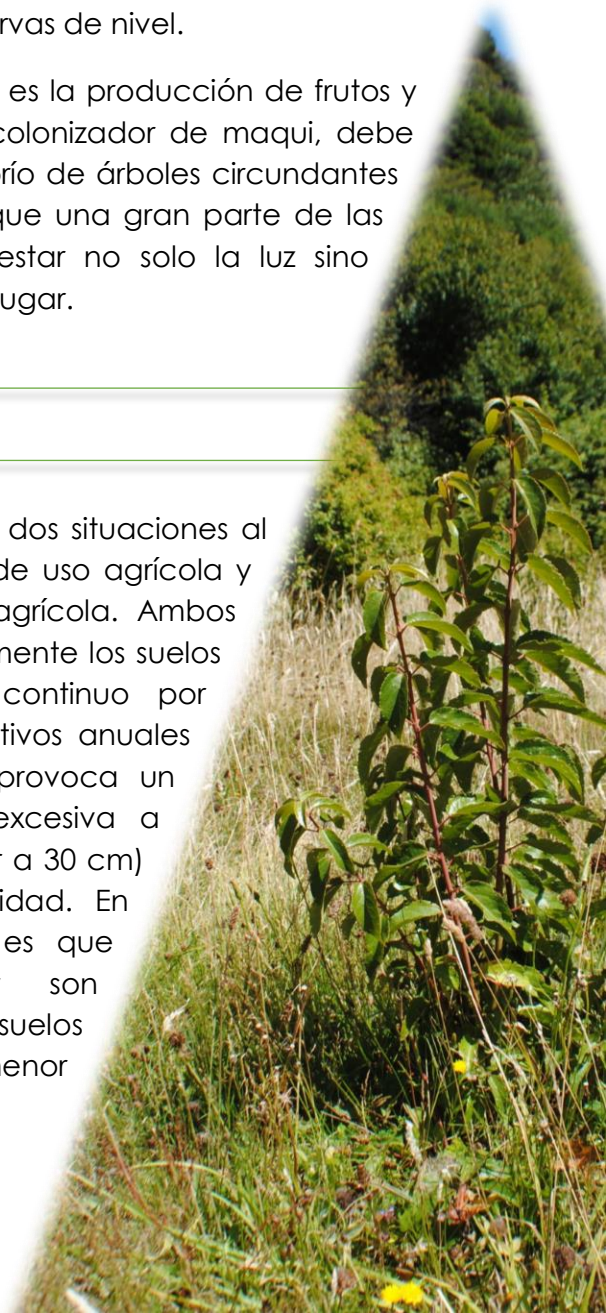
2.8.1 Selección del sitio

En Chile las exposiciones Norte y Este presentan una mayor temperatura y exposición al sol, por lo cual no son exposiciones recomendables para cultivo de maqui en el norte y centro del país (hasta la región del Ñuble), en esta zona son más apropiadas las

exposiciones Sur u Oeste. Para la zona centro sur y sur es muy probable que esta variable tenga menos incidencia.

Preferentemente la pendiente del terreno debe ser la menor posible por factores tales como facilidades para las labores de preparación de suelo y la posterior mantención. Adicionalmente, en estas condiciones es posible asegurar la homogeneidad para el desarrollo de las plantas. Si inevitablemente hay pendientes altas considerar el establecimiento de la plantación en curvas de nivel.

Dado que el objetivo de la plantación es la producción de frutos y reconociendo el carácter pionero o colonizador de maqui, debe evitarse que exista algún tipo de sombrío de árboles circundantes en el terreno seleccionado que abarque una gran parte de las horas de sol, situación que puede restar no solo la luz sino también disminuir la temperatura en el lugar.



2.8.2 Preparación de suelo

En general pueden encontrarse dos situaciones al momento de elegir el suelo: el suelo de uso agrícola y suelos de uso forestal sin actividad agrícola. Ambos tienen ventajas y desventajas. Normalmente los suelos agrícolas han mantenido un uso continuo por muchos años, especialmente con cultivos anuales tradicionales, lo que generalmente provoca un "pie de arado" o compactación excesiva a pocos centímetros del suelo (no mayor a 30 cm) y una significativa pérdida de fertilidad. En algunos casos su principal ventaja es que tienen posibilidad de riego y son relativamente planos. Por su parte, los suelos forestales, presentan mucho menor

compactación, son mayoritariamente más fértiles dado que tienen un aporte constante de materia orgánica, pero no poseen riego, tienen pendientes mayores y suelen localizarse en sectores con menor acceso.

En ambos casos la preparación del suelo debe hacerse, idealmente, a partir de la primera lluvia de otoño (abril a mayo), comenzando con la limpieza o roce de la vegetación. No se debe usar fuego para habilitar el terreno, en el último tiempo, y como es común en las operaciones forestales, los desechos se apilan en hileras, con el fin de que se reincorporen como materia orgánica al suelo.

El fin de la preparación de suelo es romper las estructuras compactadas y dar aireación y permeabilidad al mismo. El grado de compactación redunda en el elemento que se utilizará para conseguir este objetivo y de la disponibilidad de estos elementos. Idealmente el subsolado en la hilera de plantación, con una penetración del 40 a 60 cm es el ideal, pero puede ser la herramienta de mayor costo, o no estar disponible para propiedades pequeñas, geográficamente inaccesibles, o con pendientes altas, sobre el 30%.

Otro sistema que se utiliza es el barreno ahoyador con motor de 2 tiempos, comúnmente utilizado para la ahoyadura de postes o polines. Últimamente también se utiliza el barreno incorporado en el tractor, lo que facilita enormemente esta labor. El ahoyado con esta máquina se realiza en cada lugar donde irán las plantas, llegando a la penetración requerida de 40 a 60 cm y una dimensión de 50 cm por lado. Cuando el suelo no está compactado se puede perfectamente utilizar casillas manuales de 50x50x50 cm. Este último sistema es recomendable en pequeñas plantaciones no superiores a 2 hectáreas, utilizando pala neozelandesa que es más fácil de usar que la pala tradicional.



Figura 7. Subsolado de 40 a 60 centímetros de profundidad, y confección de camellones en la zona de subsolado.

2.8.3 Establecimiento de plantas

Idealmente la plantación de estaquillas enraizadas debiera realizarse en invierno, con el fin de aprovechar la mayor parte de las precipitaciones del año. El espaciamiento recomendado por la empresa PLANGEN es de 3 m entre hileras y 1,5 m en la hilera. No es extraño ver árboles de maqui que fácilmente alcanzan diámetros de copa de 3 a 4 metros, lo que obliga a intensas podas. Esto depende del propietario, ya que muchas veces él tiene una orientación hacia la mecanización de la cosecha, por lo que el espaciamiento entre hileras es más estrecho.

El sistema de plantación debería ser intensivo de modo de lograr el mayor crecimiento radicular y aéreo en el menor tiempo posible. En zonas con déficit hídrico se recomienda el uso de gel hidratante en las raíces de las plantas, previamente activado con agua antes de plantar. La cantidad de gel puede variar entre 1 a 3 g por planta, dependiendo de la disponibilidad de agua del sector, a mayor déficit hídrico mayor cantidad de gel. Lo que no dependerá de la disponibilidad de agua es la aplicación de fertilizante, el cual debe

aplicarse de acuerdo a los resultados de un análisis químico de suelo, dentro de las generalidades se recomienda previo a poner la planta, agregar 25 g de basacote 6M, y luego plantar directamente en el hoyo, este fertilizante de liberación controlada entrega el NPK gradualmente durante aproximadamente 6 meses. Ambas acciones anteriores se potencian para el rápido desarrollo de la planta, sobretodo el desarrollo de su sistema radicular en profundidad, con lo que la planta irá perdiendo la dependencia del riego directo o bien de precipitaciones muy regulares.



Aunque anteriormente se mencionó el problema que puede significar la sombra en las plantas del huerto, es muy recomendable proteger individualmente las plantas. En maqui se ha utilizado con muy buenos resultados, los protectores o "*Shelter*" de polipropileno de 45 centímetros de alto, u otros artesanales de malla "*Raschel*" (1 m de altura x 40 cm de diámetro y 80% de capacidad de sombrío), con el fin de evitar el exceso de insolación y generar un microclima en torno a la planta más adecuado para su desarrollo; adicionalmente esta protección es efectiva para controlar malezas alrededor de la planta y para protegerla de liebres o del ramoneo de ganado menor. Este sistema de protección tiene una duración aproximada de 5 años, pero se espera mantenerlo solo los 2 o 3 primeros años de la plantación, hasta que la planta haya superado en un 100% la altura de la malla; después de eso, las protecciones pueden sacarse.

2.8.4 Diseño del Huerto frutal

El huerto frutal se dispone de acuerdo a la forma del terreno, usando una proporción fija de clones machos y hembras. En maqui se debe considerar un 10% de clones machos y un 90% de clones hembras. El diseño de estos huertos se puede asimilar al de ensayos clonales, lo que es muy útil para una evaluación de la productividad de los clones utilizados. A continuación, se muestran a modo de ejemplo una fracción del diseño de un huerto frutícola de maqui.

.

Norte

Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Hilera 4	Hilera 5	Hilera 6
clon 1	Macho	clon 1	clon 1	clon 1	Macho
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	Macho	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	Macho	clon 1	clon 1	clon 1	Macho
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	Macho	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	Macho	clon 1	clon 1	clon 1	Macho
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	Macho	clon 1	clon 1
clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1	clon 1
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	Macho	clon 2	clon 2	clon 2	Macho
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	Macho	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	Macho	clon 2	clon 2	clon 2	Macho
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	Macho	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	Macho	clon 2	clon 2	clon 2	Macho
clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2	clon 2
clon 2	clon 2	clon 2	Macho	clon 2	clon 2

Figura 8. Diseño de un huerto frutal de maqui.

2.9 Mantención del Huerto de Maqui

2.9.1 Riego

En el secano interior de la región del Biobío se ha requerido aplicar riego directo durante el periodo estival, en una cantidad aproximada de 5 litros de agua por planta al mes (diciembre, enero). En condiciones más extremas, de suelos arenosos, de mayor compactación, o en zonas con temperaturas medias de verano superiores a 25°C, se recomienda la instalación de sistemas de riego por goteo para plantaciones de más de una hectárea. Estos sistemas de riego pueden ser necesarios en los primeros años de la plantación, no más allá de los primeros 5 años, por lo cual podrían ser reutilizado. Estos sistemas de riego deben ser revisados periódicamente en cuanto al funcionamiento de los goteros y a la presión necesaria para que el agua se extienda por toda la superficie del huerto. Generalmente los requerimientos para un sistema de riego dependen de la disponibilidad de agua, bombeo del agua, pendientes o regularidad del terreno por lo cual siempre es recomendable que el diseño lo realice un experto.

2.9.2 Control de maleza y otros

Debido a las condiciones imperantes en el huerto, es frecuente que se produzca proliferación de malezas o vegetación competitiva. Dependiendo de la superficie del huerto, el control de la maleza especialmente alrededor de la planta, puede hacerse manualmente o con desbrozadora. También se pueden aplicar herbicidas, como Glifosato a razón de 2 a 4 L/ha.



Figura 9. Plantación de estaquillas enraizadas y Vista aérea de un huerto clonal de maqui (PLANGEN). Luego de plantado, es recomendable colocar protectores de plantas, para prevenir el daño de liebres.

3. CONCLUSIONES

La domesticación del maqui permite detener la sobreexplotación y destrucción de un recurso forestal nativo, y a la vez incrementar la rentabilidad de su cultivo a través de la mejora genética, que permita obtener frutos de calidad estandarizada, origen trazable y una mayor productividad. Complementariamente, la unión de la fruticultura y la apicultura en huertos de maqui, aumenta el valor de las propiedades agrícolas y contribuye a optimizar la renta del agricultor.

Herramientas tecnológicas y de transferencia (como los GTT, Grupos de Transferencia Tecnológica) del proceso de Domesticación de Maqui, permitirán que grupos asociados de recolectores adquieran interés por incorporarse al uso sustentable y más productivo del recurso.

Por desconocimiento o falta de apoyo tecnológico, los pequeños y medianos propietarios de tierras y bosques, las organizaciones de la agricultura familiar campesina y las comunidades mapuches, hasta el momento no evidencian una participación importante en el negocio del cultivo del maqui. No obstante, constituyen un grupo que, al igual que los recolectores, se beneficiarían de este tipo de iniciativas, presentando la ventaja adicional de ser propietarios de terrenos, lo cual les brinda la posibilidad de iniciar un emprendimiento comercial por medio de la instalación de huertos frutales, obteniendo de esta forma mayores rendimientos y control sobre la calidad del fruto.

La existencia de huertos productores de frutos de maqui también beneficiará a las empresas procesadoras, comercializadoras y exportadoras, las que podrán aumentar los volúmenes de producción, ampliar su negocio y acceder a nuevos mercados con una oferta creciente de materia prima de mejor calidad, segura y estable.

De esta manera la masificación de la domesticación de maqui a través del establecimiento de huertos frutales beneficia a cada sector de la cadena de valor asociada actualmente al negocio.

Por otra parte, este modelo puede ser traspasado a otras especies de interés comercial, en las que se justifique una transición desde un sistema de colecta y recolección clásica de productos forestales no madereros, a un nuevo modelo de producción intensiva, basado en el cultivo y mejoramiento genético a través de selección y ensayos.

Esta iniciativa vendría a complementar los esfuerzos que la Corporación Nacional Forestal realiza para regular el aprovechamiento indiscriminado del recurso, a través de la exigencia de los planes de manejo. La ordenación en el uso del recurso, sumado a un proceso de cultivo intensivo, permitirá una sustentabilidad en largo plazo del uso de esta valiosa especie.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por la empresa PLANGEN, en la entrega del importantes "*Know How*" sobre su programa de mejoramiento genéticos del maqui.



5. REFERENCIAS

BASTÍAS, A.; CORREA, F.; ROJAS, P.; ALMADA, R.; MUÑOZ, C. y SAGREDO, B. 2016. Identification and characterization of microsatellite loci in maqui (*Aristotelia chilensis* [Molina] Stuntz) using next-generation sequencing (NGS). PloS one, 11(7), e0159825.

BENEDETTI, S. 2012. Monografía del maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. Información tecnológica de productos forestales no madereros del bosque nativo de Chile. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 56p.

CAMPO SUREÑO. 2010. Los secretos del superberry chileno. Noticias del agro del sur de Chile. (online: https://camposureno.wordpress.com/2010/09/21/los-secretos-del-super-berry-chileno/).

CÁRDENAS, C. 1998. Aspectos de la morfología floral, producción de néctar y fructificación en *Berberis darwinii* Hook., *Aristotelia chilensis* (Mol,) Stuntz, y *Ugni molinae* Turcz. Tesis presentada para la obtención de grado Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 111p.

CELLON, C.; AMADEU, RR.; OLMSTEAD, JW.; MATTIA, MR.; FERRÃO, LF V. and MUNOZ, PR. 2018. Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values in an autotetraploid blueberry breeding population with extensive pedigree data. *Euphytica* 214:87. doi: 10.1007/s10681-018-2165-8.

CONA, M.; CASTRO, M.; LEÓN-LOBOS, P.; CORREA, F.; JORDAN, G.; BASTÍAS, A. and HINRICHSEN, P. 2020. New polymorphic nuclear microsatellites from *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz

(*Elaeocarpaceae*). *Chilean Journal of Agricultural Research*, *80*(2), 153-160.

CONAF, 2019. Sistema de Información Territorial SIT del Catastro del Uso del Suelo y Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. (Online: www.sit.conaf.cl).

DAFNI, A. 1992. Pollination Ecology. A practical Approach. Oxford University Press. 250p.

DONOSO, C. 2006. Las especies de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Ed. Marisa Cuneo. Valdivia. Chile. 678p.

EYRE-WALKER, A.; GAUT, RL.; HILTON, H.; FELDMAN, DL. and GAUT, BS. 1998. Investigation of the bottleneck leading to the domestication of maize. Proceedings of the National Academy of Sciences, 95(8), 4441-4446.

FREDES, C.; YOUSEF, GG.; ROBERT, P.; GRACE, MH.; LILA, MA.; GÓMEZ, M.; GEBAUER, M. and MONTENEGRO, G. 2014. Anthocyanin profiling of wild maqui berries (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) from different geographical regions in Chile. J Sci Food Agric. 2014 Oct; 94(13):2639-48. doi: 10.1002.

HARARI, YN. 2014. Sapiens. De animales a dioses. Una breve historia de la humanidad. Editorial Debate, Grupo Editorial Penguin Random House. Barcelona, España.

HERNÁNDEZ-BAUTISTA, A.; LOBATO, R.; GARCÍA, J. CHÁVEZ, J.; MEJÍAS, J. and GARCÍA, J. 2017. Breeding potential of raspberry primocane selections based on their combining abilities. Canadian Journal of Plant Science. June 2017. DOI 10.1139/CJPS-2016-0399.

HOFFMANN, A. 1994. Flora silvestre de Chile. Zona Araucana. Ediciones Fundación Claudio Gay. 258p.

JHONSON-CICALESE, J.; POLASHOCK, J.; HONIG, J.; VORSA, N. 2015. Heritability of fruit rot resistance in American cranberry. Journal of the American Society for Horticultural Science. American Society for Horticultural Science 140(3):233-242. DOI:10.21273/JASHS.140.3.233.

MISHRA, PK.; RAM, RB. AND KUMAR, N. 2014. Genetic variability, heritability, and genetic advance in strawberry *(Fragaria* × *ananassa* Duch.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39(3):451-458.

MOESBACH, E.W. 1992. Botanica Indigena de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino, Fundación Andes & Editora Andres Bello. Santiago. Chile. 140p.

MORA, A. 1999. Producción de néctar em flores de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol,) Stuntz y su entomofauna asociada a su polinización. Tesis presentada para la obtención de grado Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 95p.

ODEPA. 2017. Estudio preparación de expedientes técnicos para la presentación y solicitud de autorización de alimentos nuevos o tradicionales de terceros países para exportar a la Unión Europea. Informe Final, diciembre 2017. Santiago, Chile. 30 p + anexos.

PLUTA, S.; ZURAWICZ, E.; STUDINIC, M. and MADRY, W. 2014. Combining ability for selected plant traits in gooseberry. Journal of the American Society for Horticultural Science 139:325-335. DOI: 1021273/JASHS.139.3.325.

QUIROZ, I. y GUTIÉRREZ, B. 2014. Definición de zonas de procedencia para especies el bosque nativo. En: Propuesta de reglamento para semillas y plantas forestales. INFOR-SAG. Concepción, Chile. 74 p.

REICHHOLF, JH. 2009. La invención de la agricultura. Por qué el hombre se hizo sedentario. Traducción castellana para España y América. Editorial Crítica. Barcelona España. 68p.

RIEDEMANN, P. 2001. Flora nativa de valor ornamental: identificación y propagación. Editorial Andrés Bello. 134p.

RIVEROS, H.; HUMAÑA, A. y LANFRANCO, D. 1991. Actividad de los polinizadores en el Parque Nacional Puyehue, X Región, Chile. Medio Ambiente. 11(2): 5-12p.

RODRÍGUEZ, R.; MATHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 408 p.

ROJAS, G. 1991. Posibilidades de alimentación vegetal del Hombre de Cuchipuy. Revista Chilena de Antropología, año 1991, Tema N° 10: 23-25.

ROMO, R. 2016. Estudio de mercado del maqui PYT-0215-0219. Perspectivas del mercado internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile. Universidad del Biobío. Chillán, Chile. 70 p.

ROMO, R.; BASTÍAS, J.; MONJE, R. Y CAMPOS, F. 2018. Perspectivas del mercado interno para el desarrollo de la industria del maqui. Un análisis de las empresas chilenas. FIA-Universidad del Biobío. Chillán, Chile. 70p.

URBAN, O. 1934. Botánica de las Plantas Endémicas de Chile. Concepción. Chile. 291p.

VALLEJO, F. Y ESTRADA, E. 2016. Mejoramiento Genético de Plantas. Ed. Universidad Nacional de Colombia. (Palmira). 268 p.

VERDI, V.M. 2003. Evaluación de la receptividad del estigma en maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol,) Stuntz) y murta (*Ugni molinae* Turcz.). Tesis presentada para la obtención de grado Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 106p.

CAPÍTULO 5



PROCESOS Y PRODUCTOS EN BASE MAQUI

Susana Benedetti Ruiz[27]

[27] Instituto Forestal, sede Metropolitana, Santiago, Chile. sbenedet@infor.cl



1. INTRODUCCIÓN

La utilización de maqui en Chile data de antes de la llegada de los españoles, los pueblos originarios lo consumían con distintos fines y bajo distintas preparaciones. Esta costumbre se mantuvo en el tiempo, principalmente en las áreas rurales, debido a las propiedades benéficas para la salud, atribuidas a esta especie y trasmitidas por creencias y sabiduría popular desde los pueblos originarios. Sin embargo, no fue hasta la segunda mitad del siglo XX cuando surge el interés desde el ámbito científico por sus compuestos, y los estudios sobre este aspecto se incrementan hasta el día de hoy. Una de las propiedades de mayor interés es su alta capacidad antioxidante, la que junto a cambios de hábitos de los consumidores hacia una alimentación saludable y la valorización de productos naturales han generado una carrera por el desarrollo de productos en base a maqui y procesos de transformación para usos en distintas áreas como la salud, alimentación y cosmética.

Con el objetivo de conocer la variedad de productos de maqui actualmente disponibles en el mercado nacional, se realiza un levantamiento y sistematización de estos productos en centros de comercialización como supermercados, farmacias, farmacias homeopáticas y en empresas de productos naturales, conjuntamente se realiza una búsqueda sobre productos de maqui en el mercado internacional a través del sistema de vigilancia tecnológica del Instituto Forestal, apoyado en el software Hontza plataforma de Inteligencia Competitiva y Estratégica.



2. PROCESOS

Los primeros en utilizar maqui fueron los pueblos originarios, quienes utilizaban su fruto, hojas, corteza y madera, siendo la alimentación el uso más importante. Consumían su fruto fresco en la temporada de cosecha, y lo secaban para guardar y consumir durante el resto del año. Otros procesos que utilizaban era la fermentación del fruto para la obtención de una bebida alcohólica, el uso de su jugo para teñir, infusiones y pomadas para algunas dolencias. Murillo (1861) y Vicuña Mackenna (1877), mencionan el uso medicinal del maqui por parte de los mapuches y la forma de procesar según la dolencia. Con el tiempo quedó arraigado en las áreas rurales el uso de maqui como fruta fresca o seca, infusiones de hojas y frutos y mermeladas, a través de procesos artesanales.

Con el interés que surgió por el maqui, una vez que los estudios científicos comenzaron a demostrar sus propiedades y beneficios, se comienza a utilizar en procesos industriales y desde la recolección manual en formaciones naturales se inician los avances científico-técnicos para su cultivo.

A nivel de procesos industriales, Valdebenito (2006) menciona que el maqui puede ser utilizado para productos tales como mermeladas, helados y jugos concentrados, como en el caso de otros berries. Uno de los métodos más modernos y solicitados es el fruto liofilizado (freeze dry), el que consiste en un método de deshidratado en el que se congela el fruto para luego ser introducidos en una cámara de vacío, esta separa el agua de la fruta por sublimación, este proceso permite a la fruta conservar sus



características antioxidantes, que es uno de los atributos más valorados por quienes lo consumen (Romo, 2016). Para la obtención de colorantes, los procesos de fabricación son procesos de extracción de los pigmentos por medios químicos, utilizando solventes y posteriormente por la eliminación del solvente para dejar el compuesto.

Los procesos más utilizados para la exportación son congelado, deshidratado, polvo, liofilizado, congelado y jugo concentrado.

3. PRODUCTOS EN EL MERCADO NACIONAL

En el mercado nacional existe una gran variedad de productos en base a maqui, a continuación, se presentan y describen algunos de ellos, clasificados en productos alimentarios, medicinales y cosméticos.

3.1 Productos alimentarios:

a) Maqui deshidratado en polvo

Maqui en polvo, producto recomendado para prevenir el envejecimiento, para tratar diabetes y fortalecer las defensas; por sus propiedades antioxidantes y su alto contenido de vitamina C, además le atribuyen propiedades termogénicas lo cual ayudaría quemar grasas. Este producto se encuentra en distintas marcas siendo las principales Brota, Aquasolar e Isla Natura, las diferencias entre ellas están dadas por el tipo de procesamiento, los cuales pueden ser liofilizados, deshidratado al vacío o molidos en molinos artesanales. Los valores van entre los $ 7.000 y los $14.000 en formatos de 100 gr.

b) Miel Premium saborizada con Maqui

La empresa Isla Natura, mezcla miel con maqui liofilizado y luego someten la mezcla a un proceso de purificación en frio, se presenta en un formato de 450 g y el valor es de $7.740.

c) Jugo Maqui

El Jugo Maqui se repite en distintas marcas y fórmulas. Existen diferencias en relación a mezclas con otras frutas, que en su mayoría agregan propiedades similares y dulzor, tales como manzana, goji, frambuesa, mora, rosa mosqueta, granada y aloe vera. En algunos casos le agregan endulzantes como stevia o sucralosa. El producto es promocionado con beneficios como contribución a la salud cardiaca, regulador de los niveles de glucosa y evita que el colesterol se oxide en la sangre. Los procesos utilizados para la generación de jugos son varios, entre ellos pasteurización y prensado en frio.

Las principales marcas que producen jugo de maqui son Berrysur, Rubén Avilés, Tremo. El formato más común es en botellas de vidrio que van desde los 250 cc hasta los 1.000 cc y los precios varían entre $2.000 y $5.000.

d) Néctar de Maqui

El néctar de maqui se encuentra solo en dos marcas, Watts y Antu Natural Maqui. Watts promociona néctar, como un néctar de frutas 100% seleccionada y lo mezcla con granada, lo presenta en formato de botellas de vidrio de 350 cc a un valor de $890 la botella. Antu Natural Maqui, publicita su producto como un néctar natural orgánico con características antioxidantes, probióticas, jugo saludable, sin azúcar, endulzado con stevia y light gasificado. Esta marca mezcla le jugo de maqui con otras frutas para ofrecer distintos sabores como naranja, manzana y durazno, entre otras. Cuenta con distintos formatos de presentación, desde latas de 250

cc ($1.789), botellas de vidrio de 250 cc ($1.999), botellas plástico de 500 cc ($1.589) y botellas de plástico de 1.500 cc ($3.890).

e) Chocolate con Maqui

La barra de chocolate con Maqui de Óbolo, está hecha en base a cacao orgánico 50%, con polvo de maqui orgánico nativo de la Patagonia, azúcar integral de caña orgánica y leche entera en polvo, se categoriza como un producto libre de gluten, transgénicos y soja. Viene en un formato de barra de 80 gr y su valor es de $4.900.

f) Mermelada de Maqui

La mermelada de Maqui es un producto que se encuentra en un nivel de producción más pequeño, el cual incluso se destaca como una propiedad para dar a entender que es un producto más puro que una mermelada industrial. Las marcas más reconocidas son Tricahue, Quimey, y Maqueo; en todos los casos ocupan como un valor agregado a la hora de promocionar el producto, los beneficios tanto como para el sistema inmune como para los niveles de colesterol en la sangre. En el caso de Tricahue lo mezclan con Arándano con el fin de convertir su mermelada en un súper alimento dada la combinación de las propiedades de ambos frutos, en este caso la mermelada no tiene ningún tipo de conservante, preservante ni saborizante artificial. Se vende en un formato de frasco de vidrio de 200 gr y su valor es de $3.970. La mermelada de Quimey es elaborada con maqui de la región de La Araucanía, y azúcar libre de agroquímicos, se presenta en frasco de vidrio de 200 gr y su valor es de $3.850. Maqueo por su parte, ofrece dos tipos de mermelada con azúcar y con tagatosa, especifica que es preparada con frutos de maqui sin pepas, en estufa a leña de forma artesanal, sin colorante ni preservantes. En ambos casos viene en frascos de 175 gr, con valores de $3.200 para la mermelada con azúcar es y de $4.000 con tagatosa.

g) Condimento de Maqui

El condimento de Maqui es marca Maqueo y esta echo en basa a polvo de maqui con merkén ahumado y ají cacho de cabra, este producto se presenta en un formato de 50 gr en un frasco de vidrio y su valor es de $3.000.

h) Café de Maqui

Es un producto elaborado en la región de la Araucanía, completamente natural, la marca es Picanterios, el café se presenta en un frasco de vidrio de 100 gr y su valor es de $5.990.

i) Batido de Maqui

Este producto considerado vegano, libre de gluten, sin azúcar añadida, sin sabores, colores o conservantes artificiales, que dado sus ingredientes se promociona como alto en omega 3, alto en proteína, alto en fibra, buena fuente de calcio, probióticos y prebióticos. Sus ingredientes son proteína de arroz, proteína de chía Benexia, proteína de arveja, almidón de arveja, maqui en polvo, arándano en polvo, fibra de raíz de achicoria (prebiótico), *Lactobacillus helveticus* (probióticos). Es marca Sow, de empresa Benexia, viene en una presentación de 567 gr en un frasco de plástico y su valor es de $13.990.



j) Te de Maqui

Este producto no tiene mayor especificación sobre cómo está hecho, su marca es San Pedro, viene en caja de 25 bolsas que contienen 1,5 gr de té, su valor es de $2.500.
k) Hojas de Maqui

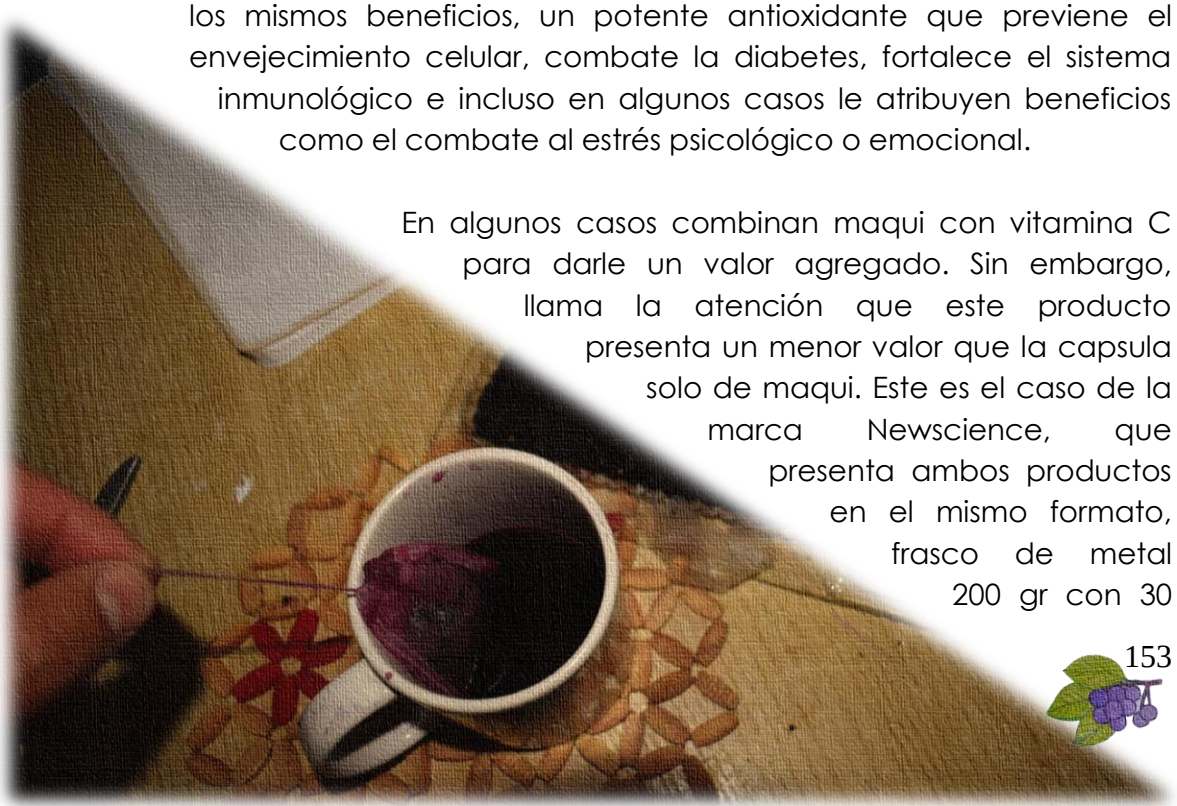
k) Hojas de Maqui

Las hojas de maqui deshidratadas son de marca Australis Herbolaria y vienen en una bolsa de papel selladas al vacío con un peso de 40 gr su valor es de $2.390 y en este caso le atribuyen propiedades antifebriles, antidiarreicas, antiinflamatorias, analgésicas y antihemorrágicas y por supuesto actividad antioxidante.

3.2 Productos medicinales

a) Capsulas de Maqui

En el caso de este producto la oferta es amplia, la mayoría ofrecen los mismos beneficios, un potente antioxidante que previene el envejecimiento celular, combate la diabetes, fortalece el sistema inmunológico e incluso en algunos casos le atribuyen beneficios como el combate al estrés psicológico o emocional.



En algunos casos combinan maqui con vitamina C para darle un valor agregado. Sin embargo, llama la atención que este producto presenta un menor valor que la capsula solo de maqui. Este es el caso de la marca Newscience, que presenta ambos productos en el mismo formato, frasco de metal 200 gr con 30

capsulas, el valor de la formula sin vitamina C es de $23.900 y el valor de la formula con vitamina C es de $16.900. Esta marca no indica el origen del maqui que utiliza, pero destaca que es maqui Premium. Otro producto se presenta como capsulas de maqui orgánico, concepto que se ocupa para dar un valor agregado, los valores de este producto no llegan a ser superiores como en el caso anterior. Cabe destacar que todos los productos de capsulas de maqui orgánico especifican su origen a nivel de región, siendo en su mayoría de la región de La Araucanía. Como ejemplo se puede citar la marca Más sano, el producto viene en un frasco de plástico que contiene 120 capsulas y su valor es $11.990. Otro producto que cabe destacar es el de capsulas Maqui 5000 de la marca Vital & Young, su fórmula se desarrolla en Corea del Sur a partir de extractos naturales estandarizados de fruto de maqui concentrado, para lo cual se envía a Italia, y de uvas de Estados Unidos. A este producto se le atribuyen mayores propiedades y se recomienda para una serie de dolencias como, envejecimiento, falta de energía, enfermedades crónicas como artritis reumatoide, diabetes, insuficiencia renal, alzheimer, parkinson y estrés psicológico o emocional: Si bien la presentación es similar a las anteriores, en frasco de metal con 30 capsulas, el valor es el mayor del mercado, $26.500.

b) Maqui más Colágeno Hidrolizado



Maqui con Colágeno Hidrolizado es un producto que está cada vez más de moda dado que el maqui y sus propiedades antioxidantes, potencian las funciones del colágeno, tales como dar densidad, flexibilidad y fortaleza a los huesos; soportar la firmeza y elasticidad de la piel; y mantener el funcionamiento de las articulaciones, en otros casos inclusos se le atribuyen propiedades estéticas como frenar el envejecimiento de la piel o la caída del pelo, siendo estas últimas las más populares. En este caso los formatos son en sachet o en capsulas. La marca Arama comercializa una mezcla de Colágeno hidrolizado, Maqui, Q10 y vitamina C, el producto se

conoce con el nombre de Beautip, se presenta en caja de 20 sachet, su valor es $15.990. Las capsulas viene en un formato de frascos de plásticos de 90 a 200 capsulas, los precios van desde $17.000 a los $24.000. Las marcas son Full, con su producto Full colágeno, Newscience con su producto Genacol antiox, y Natural Farm con su producto Colagen +, entre otras.

c) Jarabe de Maqui

El jarabe de maqui es un producto fortificado con vitamina C de la marca Fuente vital, se promociona como un poderoso antioxidante fortificado con vitamina C, bajo en sodio, sin grasa y cero azúcares ya que contiene stevia, no se recomienda para ningún tratamiento en especial, sino como para fortalecer el sistema inmunológico. El producto se presenta en botella de vidrio de 200 ml y su valor de $8.000.

3.3 Productos cosméticos

a) Aceite de Maqui

Este producto se repite en varias marcas, todas lo venden para el mismo fin, tratamiento cosmético de la piel; combatir el envejecimiento prematuro de la piel, mejora el metabolismo celular cutáneo, mejora la elasticidad y suavidad de la piel. En algunos casos agregan rosa mosqueta y lo venden como un tratamiento para cicatrices y estrías; los aceites se aplican en la noche, directamente sobre la piel. En todos los casos el aceite se obtiene a través del proceso de prensado en frio, todos, son 100% puros, veganos y libres de testeo animal. Todas las marcas presentan el producto en el mismo formato, botella de vidrio con gotero o dispensador de gotas: Natural détox lo comercializa a $12.000 los 150 ml. Otras marcas son Newen y Majen entre otras.

b) Colonia de maqui

Colonia de Maqui es un producto único de la marca La Jacinta, no especifica cómo se elabora ni de donde proviene el maqui, solo indica que es elaborada con materia prima de alta calidad, que es hipoalergénica, libre de parabenos, sin aceites minerales, sin propylenglycol y libre de químicos, destaca que es vegana y no testeada en animales. El formato de presentación es en botella de plástico de 150 ml y su valor es de $5.990.

c) Shampoo y bálsamo de Maqui

El champú y bálsamo de Maqui es uno de los productos más comunes en cuanto a cosmética en base a este fruto, todas las marcas que comercializan este producto lo promocionan para la misma función, proteger el pelo de los daños del medio ambiente, revitalizarlo y reparar los daños producidos en el pelo teñido. Varias son las marcas que trabajan este producto, entre ellas Familand, La Jacinta y Apícola del Alba. La marca Ballerina presenta sus productos en bolsa plástica de 900 ml con un valor de $1.000, la marca Cosedeb presenta un formato tradicional en botella plástica de 330 ml a $6.990.

d) Crema corporal de Maqui

Este producto se encuentra disponible en solo en dos marcas Rosa Bergamota y La Jacinta, en ambos casos se promociona para recuperar la elasticidad, suavidad e hidratación a la piel así cómo cuidarla de los factores de stress externos que generen envejecimiento. En el caso de La Jacinta el formato es en botella de plástico de 25 ml y su valor es de $9.900, en el caso de Rosa Bergamota viene en una botella de plástico de 200 ml y su valor es de $7.500.

e) Crema de manos de Maqui

Este producto es cada vez más común dado que destacan su alto poder antioxidante y su alto nivel de polisacáridos, por lo cual lo promocionan como un potente reparador y regenerador de la piel dañada, lo que a su vez evita el envejecimiento prematuro y ayuda a recuperar la elasticidad de la piel. Las marcas más comunes son Cluny y Pielarmina, ambas utilizan el mismo formato, botella de plástico de 80 g, siendo su valor también similar, la primera $3.990 y la segunda $3.490. Floresencia natural cosmetics, marca que utiliza el mismo formato, pero el precio se escapa a los $8.900.

f) Exfoliante de Maqui

El exfoliante de maqui es un producto relativamente nuevo que se está introduciendo en el mercado recientemente. Los exfoliantes no son en base a maqui puro, generalmente es mezclado con manteca de cacao, coco, pepita de uva, rosa mosqueta y sal de mar entre otros. El maqui se agrega como aceite. Al actuar el exfoliante deja una capa fina de aceite de maqui que permite regenerar y acelerar el crecimiento de nuevas células, luego de sacar las células muerta en el mismo proceso de exfoliación, y así contribuir a que la piel se vea más suave, elástica y con esto evitar el envejecimiento prematuro. Este producto se encuentra en marcas como Majen con un formato en frasco de vidrio de 330 gr y un valor es de $9.000, y Florescencia en un formato de pote de plástico de 200 gr en un valor de $10.900.

g) Exfoliante y bálsamo Labial de Maqui

Estos productos se encuentran en distintos formatos y mezclas con otros frutos. Su Origen presenta dos productos en base a una mezcla de maqui y murtilla elaborado con semillas molidas de estos dos frutos más azúcar, mantecas y aceites vegetales, su función es ayudar a evitar y eliminar los labios resecos, el exfoliante se presenta en frasco de vidrio de 25 ml y su valor es de $19.990, el bálsamo labial de 5 g a $2.500. La marca Bellamiel comercializa un exfoliante de maqui y frambuesa en frasco de 20 g a un valor de $4900, Florencia presenta un bálsamo labial de 5 g a $3.900, y la marca Majen en el mismo formato con un valor de $2.500.



h) Jabón de Maqui

El jabón de maqui se encuentra en tres formatos, líquido, barra y espuma, en todos los casos se vende como un jabón con propiedades antioxidantes que favorecen la elasticidad de la piel y dan una apariencia luminosa y sedosa. Así como son varios los formatos, también lo son las marcas y valores. Las marcas tradicionales como Familand lo comercializa en un formato de jabón líquido en botella de plástico de 500 ml con un valor de $2.990, las marcas más cosméticas, como Newen, lo presentan en formato de jabón en barra con un valor de $3.990, Campos del sur con un formato de jabón en espuma en botella plástica de 150 ml con un valor de $11.990, entre otras.

i) Agua aromatizada de Maqui

El agua aromatizada de maqui de la marca Majen es un producto único, es un aromatizador de ambientes que ofrece llenar los espacios con un aroma típico del sur de Chile, está compuesto por agua y aceite de maqui y viene en un formato de botella de plástico con un valor de $8.500.

j) Mercado internacional

En el mercado internacional, al igual que en el nacional, es posible encontrar una gran variedad de productos en base a maqui, marcas y formatos de presentación, en cuadro N°1 a continuación se presentan algunos clasificados según las categorías alimentarios, medicinales y cosméticos.



Cuadro 1. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1).

Categoría	Producto	Marca	Descripción	Precio	País
Alimentos	+ Maqui natural antioxidant drink	+ Maqui	Bebidas antioxidantes naturales saludables y refrescantes. Mejor sabor y mayor poder antioxidante del mercado.33.744 ORAC, medido en Brunswick Lab, EE. UU., Utilizando el análisis ORAC 5.0. Latas de 250 ml y botellas PET de 500 ml. Disponible en versión regular y ligera.	$1.500.- (Formato 250 cc)	Chile (Innovación de Arauco) Estados Unidos
	+ Néctar de maqui	+ Maqui	Bebida antioxidante. Contiene 8 g de jugo de maqui por ración. Elaborado con agua purificada por ósmosis inversa, 44 calorías por ración. Sin colorantes ni sabores artificiales. Sin grasas totales, ni grasas saturadas. Bajo en sodio. Botellas de vidrio de 375 ml.	$2.800.-	Chile (Innovación de Arauco) Estados Unidos
	+ Agua maqui	+ Maqui	Aromatizada con jugo de maqui natural. Cero calorías. Sin azúcares añadidos. Sin grasas totales, sin grasas saturadas. Bajo en sodio. Botellas PET de 500 ml. Disponible en versiones ligeramente carbonatadas y sin gas.	$990.-	Chile (Innovación de Arauco) Estados Unidos
	+ Maqui Suplementos	+ Maqui	Alto poder antioxidante mejorado con poderosos nutrientes. Contienen extracto de	$7.000.-	Chile (Innovación de

	Dietéticos		maqui para un alto poder antioxidante, medido con el análisis ORAC 5.0 de Brusnwick Laboratories, EE. UU. Porciones por envase: 30 cápsulas. Disponible en 3 variedades: Maqui + Omega 3, Maqui + Rosa Mosqueta + Colágeno y Maqui + Propolis.		Arauco) Estados Unidos
	+ Superalimento maqui	+ Maqui	Polvo de maqui 100% orgánico liofilizado. Sin conservantes ni aditivos. El proceso de liofilización conserva las propiedades nutricionales del maqui fresco. Proporciona 11,154 ORAC en cada porción de 2 g. Certificado orgánico por ECOCERT.	s.i.	Chile (Innovación de Arauco) Estados Unidos
	Maqui Powder	Coesam	Polvo liofilizado. Dosis diaria recomendada: 1 cucharadita (2,5 g). en batidos. Paquete: 100 g.	€ 22.72	Reino Unido España Alemania Dinamarca
	Maqui Berry Capsules	Coesam	Producto elaborado a partir de bayas de maqui liofilizadas (*Aristotelia chilensis*). Contiene 80 cápsulas	€ 21.99	Reino Unido España Alemania Dinamarca
	Rainbow Powder	Loving Earth	Fusión de los alimentos crudos más nutritivos del mundo. Incluye Maqui, Camu Camu, Acai, Gubinge, Spirulina y Wheatgrass. Formato 150g.	USD $ 49.90	Australia
	Maqui Powder	Loving Earth	Polvo de baya de maqui orgánico de la	USD	Australia

			Patagonia de Chile. Formato 150g	$ 39.90	
	Wild Maqui Berry	SuperSmart	Suplemento de dieta en formato cápsulas	€ 33.00	Francia
	Maqui (*Aristotelia Chilensis*) Glycerite	HerbalTerra	Suplemento Alimenticio. Extracto líquido sin alcohol de bayas secas orgánicas (Herbal Terra, EE. UU.). Formato 60 ml	USD $ 17.95	Estados Unidos
	Maqui Berry Tincture Alcohol Extract	Secrets of the Tribe	Suplemento Alimenticio. Extracto de alcohol de baya de maqui orgánica. Formato 60 ml.	USD $ 19.97	Estados Unidos
	Maqui Berry	HerbEra	Suplemento Alimenticio. Capsulas de baya de maqui orgánica. Contenido: 60 Capsulas.	USD $ 18.77	Estados Unidos
	Maqui Berry	Secrets of the Tribe	Suplemento Alimenticio. Capsulas de baya de maqui orgánica. Contenido: 60 Capsulas.	USD $ 18.99	Estados Unidos
	Maqui Berry	HerbEra	Suplemento Alimenticio. Extracto de hierbas sin alcohol de bayas de maqui. Formato 60 ml.	USD $ 19.97	Estados Unidos
	Maqui Powder	Power Super Foods	Polvo liofilizado en cosecha para mantener los nutrientes y los pigmentos antioxidantes, incluye agua, jugo, leche, batidos, yogur y avena. Formato 50 g	USD $ 14.95	Australia
	Maqui Berry Powder	SunFood	Polvo liofilizado. Formato 8 oz.	USD $ 39.99	Estados Unidos
	Organic Maqui Berry Powder	Time Health	Superalimento liofilizado vegano de maqui orgánico. (Formato 125 g)	£ 16.99	Reino Unido

	Maqui Berry Powder	Sierra Organic	Superalimento liofilizado de maqui orgánico. Formato 250 g.	£ 18.98	Reino Unido
	Maqui Berry Tablets 2000 mg	Aveta Nutrition	Cápsulas de bayas apto para vegetarianos y veganos. Formato 180 cápsulas	£ 16.97	Reino Unido
	Maqui Berry 1000 mg	Vytox	Cápsulas de bayas de maqui. Apto para vegetarianos. Formato 60 cápsulas.	£ 7.99	Reino Unido
	Maqui Berry	VividHealth Nutrition	Suplemento de maqui puro y natural. apto para vegetarianos y veganos, 500 mg, 30 cápsulas.	£ 24.99	Reino Unido
	Organic Berry Maqui	Vegishake	Cápsulas de pululano vegano orgánico de Maqui Berry 800 mg antioxidantes Bayas Superfrutas (90 cápsulas)	£ 13.99	Reino Unido
	Maqui Power	Royal Fruits	Polvo de Maqui. Formato 100g	USD $29.00	Australia
Cosméticos	Maqui Berry Beauty Drops Pm	SKINOWL	Aceite de semilla de *Adansonia Digitata* (Baobab), Aceite de *Aristotelia Chilensis* (Maqui), Extracto de Co2 de *Vainilla planifolia* (vainilla), aceite de *Citrus reticulata* (mandarina). Formato 60 ml.	USD $91	Estados Unidos Canadá
	Maqui Berry Drops	SKINOWL	Aceite de *Adansonia digitata* (baobab) africano crudo, orgánico y prensado en frío, aceite puro de *Aristotelia chilensis* (maqui), extracto de *vainilla planifolia* (vainilla) Co2, aceite de *Citrus reticulata* (mandarina). Formato 60 ml.	USD $95	Estados Unidos Canadá

	Maqui Berry Whip	SKINOWL	Mascarilla, prebase de maquillaje y potenciador Beauty Drops. Aceite de *Adansonia digitata* (baobab) africano crudo, orgánico y prensado en frío, aceite puro de *Aristotelia chilensis* (baya de maqui), extracto de *vainilla planifolia* (vainilla) Co2, aceite de *Citrus reticulata* (mandarina). Formato 60 ml.	USD $73	Estados Unidos Canadá
	Inner Beauty Essential	The Beauty Chef	Polvo de belleza, suplemento diario para la piel, con más de 20 ingredientes ricos en nutrientes incluyen maqui, frijoles mango, ciruela granate, té verde, cúrcuma, semillas de chía y trigo sarraceno, curados específicamente. Formato 150g.	USD $70	Estados Unidos Canadá
	Collagen Inner Beauty Boost	The Beauty Chef	Suplemento líquido para la piel, biofermentado rico en potentes ingredientes como: baya de maqui, acai, papaya, arándano, baya de goji, extracto de semilla de uva, zinc y vitamina C, y rebosa de probióticos. Formato 500 ml.	USD $54	Estados Unidos Canadá
	Maqui Berry Oil	Nature in a Bottle	Aceite de Baya de Maqui sin refinar, elaborado orgánicamente. Se utiliza para aplicaciones cosmecéuticas, para el cuidado de la piel y el cabello.	USD $53.04	Estados Unidos
	Haruharu wonder maqui berry anti-oxidant cream	Haruharu	Crema Anti-Oxidante de Bayas de Maqui	€ 16.95	Unión Europea

4. REFERENCIAS

MURILLO, A. 1861. Sobre las Plantas Medicinales en Chile y el Uso que de Ellas se Hace en el País. Santiago.

ROMO, R. 2016. Estudio de Mercado del Maqui PYT-0215-0219 "Perspectiva del Mercado Internacional para el Desarrollo de la Industria del Maqui: Un Análisis de las Empresas en Chile".

VALDEBENITO, G. 2006. Paquete Tecnológico del Maqui. http://www.gestionforestal.cl. Instituto Forestal (9/11/2020).

VICUÑA MACKENNA, B. 1877. Los Médicos de Antaño en el Reino de Chile. Santiago.

CAPÍTULO 6



NORMATIVA CHILENA APLICABLE A *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz

Marlene González[28]

[28] Instituto Forestal, Sede Metropolitana, Santiago, Chile. mgonzalez@infor.cl



1. INTRODUCCIÓN

Cuando nos referimos en términos generales a normativa, esta se trata del conjunto de normas y leyes que regulan una determinada materia, a través de las cuales se ordena y se establecen acciones aceptables o no sobre la materia en cuestión. Indican como se debería actuar frente a determinadas situaciones, por lo que deben ser respetadas y cumplidas para contribuir positivamente con el estado de la materia bajo regulación, no afectar su desarrollo ni sobrevivencia, por ello también incluyen sanciones cuando corresponda.

Por su parte, el maqui (*Aristotelia chilensis*), es una especie que ha sido utilizada (especialmente sus frutos) desde tiempos ancestrales en su área de distribución, debido a las cualidades medicinales y alimenticias que se le reconocen. Su uso y recolección se ha visto incrementada en los últimos años, a partir del auge de la "vida natural y saludable", lo que se ha traducido en un aumento de su demanda para la elaboración de nuevos productos que son comercializados tanto en Chile como en el resto del mundo.

Como ocurre con muchos productos forestales no madereros (PFNM), estos aumentos de demanda lamentablemente también generan efectos sobre los macales, formaciones donde el maqui es la especie dominante, debido a que no todos los recolectores consideran métodos de recolección sustentables, por lo que es de importancia considerar las restricciones que existen al respecto. Dada la importancia entonces alcanzada por la especie, tanto en mercados locales como internacionales, se planteó como objetivo realizar la revisión de las regulaciones y normativas chilenas vigentes aplicables para el uso a nivel nacional de la especie.

2. DEL ESTADO ACTUAL Y PROTECCIÓN A LA ESPECIE

El año 2009 el Ministerio de Agricultura publicó el Decreto N°68 donde ESTABLECE; APRUEBA Y OFICIALIZA NÓMINA DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS ORIGINARIAS DEL PAÍS, con el fin de contar con el listado oficial donde se reconozcan las especies arbóreas y arbustivas originarias de Chile, para efecto de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley N°20.283, Ley del Bosque Nativo. Dentro de esta nómina, se incluye a *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz, con los nombres comunes maqui y clon.

Respecto al Estado de Conservación de esta especie en Chile, el Ministerio de Medio Ambiente a través de sus procesos de clasificación de la flora y fauna silvestre y la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), indican en sus últimos reportes que *Aristotelia chilensis* no está contenida en ninguna de las categorías de conservación vigentes, por lo que, por ahora, su estado de conservación no está amenazado.



3. NORMATIVA NACIONAL RELACIONADA CON MANEJO DE BOSQUE NATIVO

3.1 Ley N° 20.283 Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (2008)

Cuando Maqui es la especie dominante en rodales homogéneos con amplia presencia de la especie y constituye bosque o matorral arbustivo (macales), se encuentra normado por la Ley N° 20.283, del año 2008, SOBRE RECUPERACION DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL, cuyo objetivo, según el artículo 1°, es la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental. Las normas aplicables son la Ley N°20.283 propiamente tal (en su cuerpo principal), el Reglamento General (contenido en Decreto Supremo N°93 del Ministerio de Agricultura, 2008), por el Reglamento del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo sustentable del bosque nativo (Decreto Supremo N°11 del Ministerio de Agricultura, 2011), por el Reglamento de los Recursos destinados a la Investigación del bosque nativo (Decreto Supremo N°28 del Ministerio de Agricultura, 2013), por el Reglamento de Suelos, Agua y Humedales (Decreto Supremo N°82 del Ministerio de Agricultura, 2010) y por el Reglamento del Consejo Consultivo del Bosque Nativo (Decreto Supremo N°80 del Ministerio de Agricultura, 2008).

3.1.1 Definiciones legales

En el artículo 2°, de la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, se encuentran las definiciones legales, entre las que destacan:

Bosque: Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 metros cuadrados, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables.

Bosque nativo: Bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar.

Corta de bosque: Acción de talar, eliminar o descepar uno o más individuos de especies arbóreas que formen parte de un bosque.

Corta no autorizada: Corta de bosque efectuada sin plan de manejo aprobado por la Corporación (CONAF), como así mismo, aquella corta que, contando con un plan de manejo previamente aprobado, se ejecute en contravención a las especificaciones técnicas en él contenidas, especialmente respecto de intervenciones en superficies o especies distintas a las autorizadas.

Plan de manejo: Instrumento que, reuniendo los requisitos que se establecen en este cuerpo legal, planifica la gestión del patrimonio ecológico o el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de un terreno determinado resguardando agua y suelo. Será *plan de manejo de preservación* cuando tenga como objetivo



fundamental resguardar la diversidad biológica, asegurando la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y ecosistemas contenidos en el área objeto de su acción. Será *plan de manejo forestal* cuando su objetivo sea el aprovechamiento del bosque nativo para la obtención de bienes madereros y no madereros, considerando la multifuncionalidad de los bosques y la diversidad biológica.

Productos no madereros del bosque nativo: todos aquellos bienes y servicios que no corresponden a recursos leñosos o madera en pie y que existen o se pueden desarrollar al interior de un bosque nativo a partir de las especies nativas que lo componen. Se entenderá para estos efectos, y sin que esta enumeración sea taxativa, bienes tales como: hongos; plantas de usos alimenticios; frutos silvestres de árboles y arbustos; especies vegetales de usos medicinales, químicos o farmacológicos; fauna silvestre; fibras vegetales, y servicios de turismo.



3.1.2 De los planes de manejo

El Título II de la Ley 20.283 (artículos 5° al 14°), desarrolla los planes de manejo forestal, refiriéndose a plazos, modificaciones, ejecución, fiscalización, entre otros. El artículo 5°, determina que toda acción de corta de bosque nativo, cualquiera sea el tipo de terreno donde se encuentre, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por CONAF, debiendo cumplir además con lo establecido en el Decreto Ley N°701, de 1974.

Dicho plan de manejo, según el artículo 6°, debe contener la información general de los recursos naturales existentes en el predio, según detalle contenido en el reglamento. Los artículos 7° al 14°, explicitan los procesos administrativos de los planes de manejo.

Por otra parte, y según lo establecido en el reglamento general de la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, el artículo 3°, dice relación a toda acción de corta de bosque nativo, el cual obligará a la presentación y aprobación previa de un plan de manejo por parte de CONAF, el cual deberá considerar las normas de protección ambiental establecidas en la ley. La corta o explotación de bosque nativo, excepto cuando se trate de cortas intermedias, obligará a reforestar o regenerar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada.

3.1.3 De la protección ambiental

Entre los artículos 15° al 21° de esta misma Ley, están contenidas las normas de protección ambiental, haciendo referencia a la protección y conservación del bosque nativo ante la corta o explotación no autorizada o normada. Específicamente el artículo 17°, prohíbe la corta, destrucción, eliminación o menoscabo de árboles y arbustos nativos a una distancia de 500 metros de los

glaciares, así como también norma la protección de suelos, cuerpos y cursos naturales de agua.

3.1.4 Del fondo de conservación y manejo sustentable del bosque nativo

Los artículos 22° al 36° de la Ley, que conforman el Título IV Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, se refieren a las actividades bonificables cuyo objetivo principal sea la conservación, la recuperación y el manejo sustentable del bosque nativo. En el artículo 22°, se detallan dichas actividades y los valores asociados. Destacan la obtención de bonificación de hasta 5 UTM (Unidades Tributarias Mensuales) por hectárea a aquellas actividades silviculturales dirigidas a la obtención de productos no madereros; bonificación de hasta 10 UTM por hectárea para aquellas actividades silviculturales dirigidas a manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción maderera, agregando que para el caso de los pequeños propietarios forestales los montos deberán ser incrementados hasta un 15% según se disponga en el reglamento del fondo. Se bonificará, además, según el artículo 23°, con un monto de hasta 0,3 UTM por hectárea, la elaboración de planes de manejo forestal concebidos bajo el criterio de ordenación. Todos los fondos serán adjudicados mediante concurso público, según lo establecido en los artículos 24° y 25°. En los artículos 2° y 3° del Reglamento general del fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo (DS N°95, 2008), se establecen aquellas actividades bonificables, tanto con fines no madereras como madereras.



3.1.5 De las sanciones

El Título VII de la Ley (artículos 45° al 56°), contiene lo referido a las sanciones aplicables a quienes no procedan a actuar bajo el amparo de las normas establecidas en esta Ley. Señala que quienes presenten antecedentes falsos en conjunto con los planes de manejo (artículos 49° y 50°), serán sancionados con presidio menor en cualquiera de sus grados. El artículo 51°, establece que toda corta de bosque no autorizada hará incurrir a quien ejecute la corta, en una multa equivalente al doble del valor comercial de los productos cortados o explotados, con un mínimo de 5 UTM por hectárea. El artículo 54°, señala las sanciones para las infracciones que se señalan, entre ellas una Multa de 5 a 15 UTM por hectárea al Incumplimiento de las medidas de protección de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo.

3.2 Decreto Ley Nº 701, Sobre Fomento Forestal y Otras Disposiciones Legales

Aristotelia chilensis también se encuentra normada por el Decreto Ley N°701, de 1974, Sobre Fomento Forestal, texto reemplazado por el artículo 1° del Decreto Ley Nº 2.565 (1979) y modificado por el Decreto Ley Nº 2.691 (1979), la Ley Nº 18.959 (1990), Ley Nº 19.561 (1998) y la Ley N°20.488 (2010). Este Decreto Ley indica en su Artículo 1° que tiene por objeto regular la actividad forestal en suelos de Aptitud Preferentemente Forestal y en suelos degradados e incentivar la forestación, en especial, por parte de los pequeños propietarios forestales y aquella necesaria para la prevención de la degradación, protección y recuperación de los suelos del territorio nacional.

Está compuesto por el Decreto de Ley, en su cuerpo principal, por el Reglamento General del DL 701 (Decreto Supremo N°193, de 1998), por el Reglamento Técnico (Decreto Supremo N° 259, de 1980), Reglamento para el pago de las bonificaciones forestales (Decreto Supremo N°192, de 1998). Sin embargo, es importante mencionar que en la actualidad el componente de fomento se encuentra derogado y sólo está vigente su componente como norma regulatoria.

En el cuerpo principal del DL 701, se encuentran una serie de artículos que se detallan una serie de conceptos, entre las que se encuentran:

Terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal: todos aquellos terrenos que por las condiciones de clima y suelo no deban ararse en forma permanente, estén cubiertos o no de vegetación, excluyendo los que sin sufrir degradación puedan ser utilizados en agricultura, fruticultura o ganadería intensiva.

Pequeño propietario forestal: Personas que reuniendo los requisitos del pequeño productor agrícola trabaja y es propietaria de uno o más predios rústicos, cuya superficie no exceda de 12 hectáreas de riego básico.

En el artículo 21°, del Título IV (De las sanciones), se menciona que será sancionada cualquier acción de corta o explotación al bosque nativo que no tenga un plan de manejo establecido; quien la realice deberá pagar el doble del valor comercial de los productos del bosque que se cortó.

3.3 Normativas locales

En el ámbito territorial comunal, algunas Municipalidades han definido normas específicas que incluyen la valoración de las especies arbóreas y arbustivas en sus regulaciones. Para el caso de *Aristotelia chilensis*, ella aparece contenida en el Decreto N° 384, del año 2004, publicado por la Municipalidad de La Reina, donde se APRUEBA ORDENANZA SOBRE DAÑOS AL PATRIMONIO ARBOREO DE LA COMUNA. Esta ordenanza indica que cualquier intervención en el arbolado urbano comunal debe ser autorizada por el municipio; si se causara daño o la destrucción parcial o total de algún árbol, sea en forma accidental o intencional, se deberá pagar al municipio una suma calculada a partir de la fórmula que considera el valor del árbol en UTM, según rango de edad, valor patrimonial, belleza escénica, ubicación, grupo de especies y el porcentaje de daño ocasionado además del daño presente. Maqui está contenida en el Grupo 1 de especies valorizadas (de un total de 3), cuya valorización está contenida en el artículo final de dicho Decreto.

4. UTILIZACIÓN COMO INSUMO PARA INDSTRIAS ALIMENTARIAS Y FARMACOLÓGICA

4.1. Medicinal

El consumo de hierbas para infusión está profundamente arraigado en las costumbres de la población chilena y ha experimentado un aumento en los últimos años (Cortés y Calderón, 2019). Uno de los factores que explican el consumo de estos productos se encuentra en la opinión generalizada que los principios activos contenidos en estas hierbas contribuyen, de manera importante, a mejorar determinadas afecciones o, por lo

menos, tienden a aliviarlas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha incentivado el uso de este tipo de medicamentos que aporta la naturaleza, para ayudar a tratar cierto tipo de dolencias que aquejan a la población (Veliz-Rojas *et al.*, 2015); sin embargo, se hace hincapié que estos son medicamentos herbarios que se usan para atenuar sintomatologías, pero que en ningún caso reemplazan un tratamiento médico.

El Reglamento Sanitario de los Alimentos (Decreto N°977 (1997), Ministerio de Salud) establece que la denominación de hierbas aromáticas comprende ciertas plantas o parte de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) que contienen sustancias aromáticas, y que, por sus sabores característicos, se destinan a la preparación de infusiones de agrado.

El año 2009, el Ministerio de Salud, publicó la Resolución Exenta N°548 (que deroga las Resoluciones Exentas N°522/2007 y N°190/2008), que APRUEBA EL LISTADO DE MEDICAMENTOS HERBARIOS TRADICIONALES; incluye 103 especies o "medicamentos tradicionales", entre ellos el maqui (*Aristotelia chilensis*), indicando que con ella se puede preparar una infusión con una cucharadita de hojas secas trituradas, o dos hojas frescas, o una cucharada de frutos por litro de agua, no siendo recomendable el uso de utensilios de aluminio. Le reconoce efectos positivos para el tratamiento de molestias internas, como diarreas, disenterías (trastorno infeccioso con diarrea sanguinolenta) y empacho (diarrea con decaimiento, fiebre y depresión del glóbulo ocular), para lo cual sugiere beber una taza de la infusión indicada entre tres y cuatro veces al día. Para el caso de molestias externas se recomienda para el dolor de garganta, inflamación de las amígdalas, úlceras de la boca, en estos casos se recomienda hacer gargarismo con esta misma infusión. Las heridas pueden ser lavadas con la infusión obtenida a partir de hojas frescas y para el caso de dolores de espalda, se

pueden utilizar hojas frescas machacadas, aplicadas como cataplasma Aun cuando se indica que estos productos tienen el carácter de auxiliares sintomáticos, no reemplazan lo indicado por un médico en el tratamiento de una enfermedad, aunque existe alguna evidencia científica para sus efectos analgésico (disminuye el dolor), antiespasmódico (calma los dolores estomacales), antiséptico (destruye gérmenes de la piel o mucosas) y astringente (contrae y endurece los tejidos orgánicos). En Chile el desarrollo comercial de la especie comenzó de forma artesanal, y actualmente existen productos comerciales tanto a nivel nacional como en el extranjero. En la normativa de Chile existe registro de productos comerciales, que potencian el uso de la especie, principalmente lo referido a sus cualidades como antioxidante.

Actualmente existe registro vigente para la comercialización de los siguientes productos a nivel nacional:

- **Más Maqui + Rosa Mosqueta + Colágeno Hidrolizado Cápsulas**, producto farmacéutico. Resolución exenta N°3.562 (2018), del Instituto de Salud Pública de Chile, Ministerio de Salud.
- **Más Maqui + Propóleo Cápsulas**, Producto Farmacéutico. Resolución exenta N°3.563 (2018), del Instituto de Salud Pública de Chile, Ministerio de Salud.



4.2 Industria Alimentaria

El Decreto N°977 (1997), del Ministerio de Salud, contiene el Reglamento Sanitario de los alimentos. En él se establecen las condiciones sanitarias a que deberá ceñirse la producción, importación, elaboración, envase, almacenamiento, distribución y venta de alimentos para uso humano, así como las condiciones en que deberá efectuarse la publicidad de los mismos, con el objeto de proteger la salud y nutrición de la población y garantizar el suministro de productos sanos e inocuos. Son estas consideraciones las que deben tener en cuenta para todos aquellos productos reconocidos como alimentos y que entre sus componentes tienen maqui en cualquiera de sus formas.

Actualmente existe registro vigente para la comercialización de los siguientes productos a nivel nacional:

- **Pro Maqui en Polvo**, Alimento. Resolución exenta N°918 (2019) del Instituto de Salud Pública de Chile, Ministerio de Salud.
- **Maqui Plus Cápsulas**, Alimento. Resolución exenta N°1.383 (2019), del Instituto de Salud Pública de Chile.



5. REFERENCIAS

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. 2011. Legislación Chilena. [En línea] [Fecha de consulta: octubre/2020]. Disponible en: www.leychile.cl.

CONAF. 2016. NORMATIVA FORESTAL. Gerencia de Fiscalización y Evaluación Ambiental. Santiago, Chile. 257p.

CORTÉS, M. Y CALDERÓN, F. 2019. Plantas medicinales chilenas: Desde el saber etnobotánico a los efectos terapéuticos y las reacciones adversas. Carta al Editor. Rev. Med. Chile 2019; 147: 673-676.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN INN. 2003. Norma Chilena Oficial NCh 2846.Of2003: Hierbas y otras plantas aromáticas en bolsitas para infusiones de agrado – Requisitos. 9p.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN INN. 2007. Listado de Normas Chilenas, Área G: Alimentos y Agropecuario. 38p.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2020. Ficha *Aristotelia chilensis* ((Molina) Stuntz).] [Fecha de consulta: octubre/2020]. Disponible en: http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha_indepen.aspx?EspecieId=5734&Version=1.

VELIZ-ROJAS, L.; MENDOZA-PARRA, S.; BARRIGA, O. 2015. Autoconsumo de hierbas medicinales en usuarios con enfermedades cardio-vasculares en una comuna de Chile. *Index de Enfermería* *24*(3):123-128. https://dx.doi.org/10.4321/S1132-12962015000200002.

CAPÍTULO 7



MERCADO INTERNO Y DE EXPORTACIÓN DE MAQUI

Pamela Poblete[29]; Jaime Salinas[30]

[29] Instituto Forestal, Sede Metropolitana, Santiago, Chile. ppoblete@infor.cl
[30] Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl



1. INTRODUCCIÓN

Diversas especies chilenas son requeridas en el extranjero debido a sus particularidades en cuanto a su contenido de nutrientes, vitaminas y antioxidantes, estas características los hacen especiales para la elaboración de productos de calidad. *A. chilensis* no es la excepción, y es así como las exportaciones chilenas de este fruto nativo, han presentado variaciones a través de los años, obedeciendo a distintos factores tales como la disponibilidad del producto o la demanda de este. Sin embargo, si bien maqui es un producto reconocido, su consumo interno no es masivo. La utilización es de carácter familiar y artesanal, a pesar de que en los últimos años se han generado emprendimientos en base a esta especie.

En el presente capítulo, se analizan las cifras de exportación, destinos, precios y exportadores de frutos de maqui en el periodo comprendido entre los años 2012 y 2019. Además, se presentan antecedentes del mercado interno.



2. MERCADO EXTERNO

Mediante los datos obtenidos en línea desde el sitio web del Servicio Nacional de Aduanas[31], procesados a través del Instituto Forestal, se elaboró la estadística de maqui para el periodo comprendido entre los años 2012 y 2019. Durante este periodo se ha exportado frutos, aceite vegetal y plantas de maqui, siendo los frutos el principal producto exportado, y el que concentra más del 99% de las exportaciones de la especie cada año.

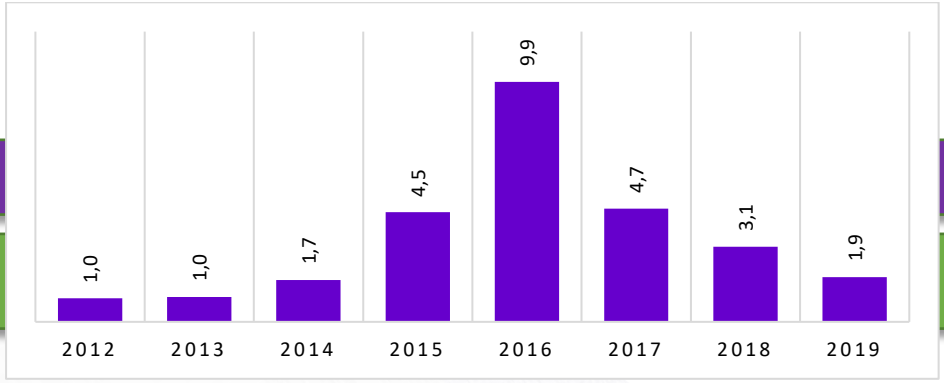
Los registros de exportación de frutos fueron clasificados según el detalle de las declaraciones en tres grupos, los que se dividen según su presentación en: frutos enteros (congelado, deshidratado y liofilizado); jugo (congelado, concentrado y natural); y frutos en polvo.

El valor total acumulado de frutos de maqui del periodo fue US$27,8 millones FOB, mientras que el volumen acumulado alcanzó 1.475 toneladas durante los ocho años.

Respecto a la evolución del monto exportado de frutos (figura 1), en la primera etapa del periodo hubo una tendencia creciente, aumentando más de nueve veces el monto inicial, con US$0,9 millones FOB en el año 2012 a US$9,9 millones FOB en el año 2016; en este año, se alcanzó el monto más alto del periodo. Desde el año 2016 en adelante la tendencia de la exportación de frutos de maqui es a la baja, totalizando en el año 2019 US$1,9 millones FOB, disminuyendo en un 81,3% en relación al año 2016 y un 40,4% menos que el año 2018.

[31] https://datos.gob.cl/dataset?sort=score+desc%2C+metadata_modified+desc&organization=servicio_nacional_de_aduanas&q=exportaciones.

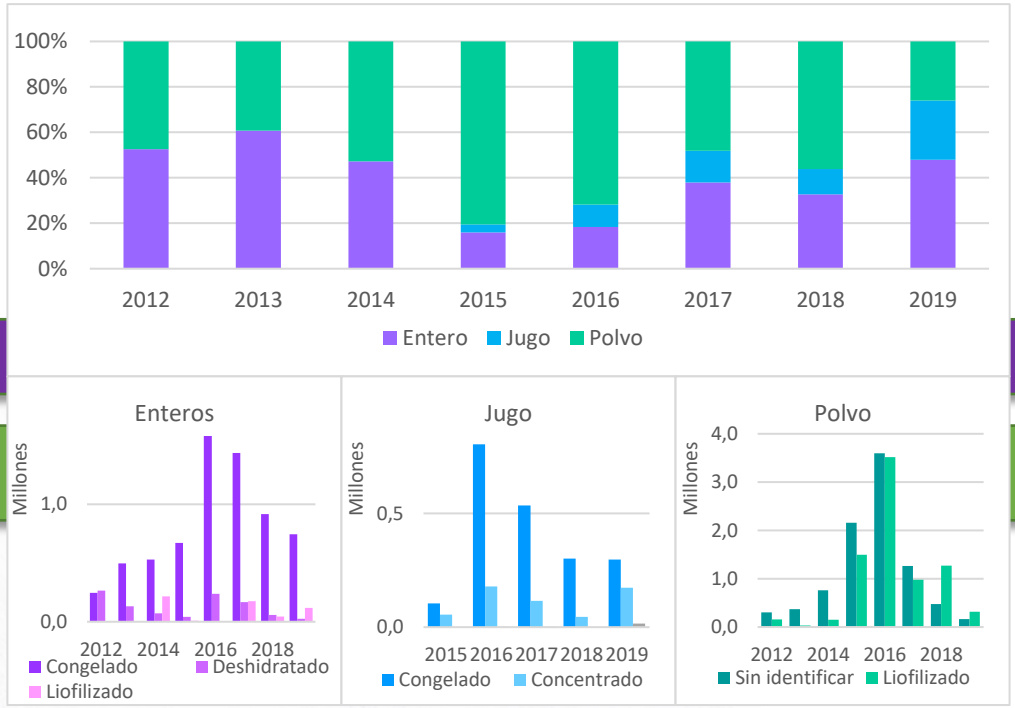
En cuanto a volumen, en el año 2019 se exportó un total de 136,5 toneladas disminuyendo en 19,3% con respecto al año 2018 y un 67,3% menos que el año 2016, donde se registró el record de exportación del periodo.



(Fuente: Elaboración propia)

Figura 1. Evolución monto exportado frutos de maqui (US$ millones FOB).

Los registros categorizados como: frutos enteros, frutos como jugo y frutos como polvo, han tenido variaciones en cuanto al monto exportado cada año, la categoría que acumuló el mayor monto durante el periodo fueron los frutos en polvo con el 61,2% del total, equivalente a US$17,0 millones FOB, seguido por los frutos enteros con el 29,4% (US$8,1 millones FOB) y frutos como jugo con el 9,4% (US$2,6 millones FOB). Sin embargo, al analizar el volumen exportado, los frutos enteros lideran el periodo con 994,4 toneladas, seguido por frutos en polvo (390,7 toneladas) y por último frutos como jugo (89,8 toneladas).



(Fuente: Elaboración propia)

Figura 2. Evolución de la participación del monto de frutos de maqui 2012-2019.

Durante los primeros años del periodo analizado (2012-2018) predomina la exportación de frutos en polvo, con participaciones sobre el 40% del monto exportado hasta el año 2018. En el año 2019, los frutos enteros lideran la exportación con el 47,9% del monto de exportación, especialmente los frutos enteros congelados, a continuación, se encuentran los frutos como jugo, los que a partir del año 2015 presentan tendencia al alza hasta llegar en el último año a 26,2% equivalente a US$484,8 mil.

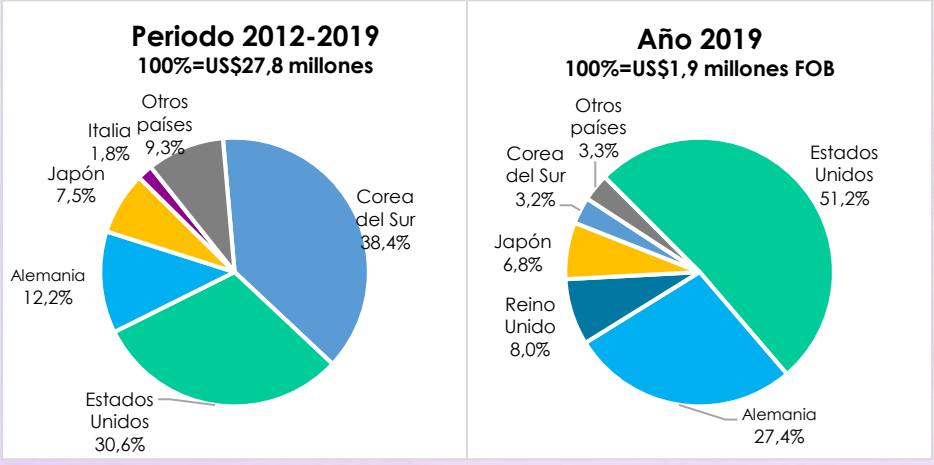
2.1 Precios

El precio promedio de exportación de los frutos de maqui alcanzó el máximo valor en el año 2015 con US$25.506 por tonelada, para luego descender hasta el año 2019, donde obtuvo US$13.583 por tonelada, disminuyendo en 26,2% en relación al año anterior, este precio es similar al registrado en el año 2012. Al considerar las categorías, los frutos enteros alcanzaron US$8.774 por tonelada, con una mínima disminución con respecto al año anterior de 0,2%. Los frutos en jugo llegaron a US$22.954 por tonelada, con una variación interanual negativa de 22,2%. En cuanto a los frutos en polvo, estos lograron en el año 2019 US$34.025 por tonelada, con una baja de 18,9% en comparación con el año anterior.



2.2 Destinos

Entre los años 2012 y 2019, los frutos de maqui se han enviado a un total de 40 destinos, mientras que en el año 2019 los destinos fueron 12. Dos destinos, del total acumulado durante el periodo, representan casi el 70% del total, estos corresponden a Corea del Sur con el 38,4% de participación y Estados Unidos con el 30,6%. En cambio, en el año 2019 los primeros lugares del ranking corresponden a Estados Unidos con el 51,2%, y Alemania con el 27,4% del total.



(Fuente: Elaboración propia)

Figura 3. Participación de los principales destinos, periodo 2012-2019 y año 2019.

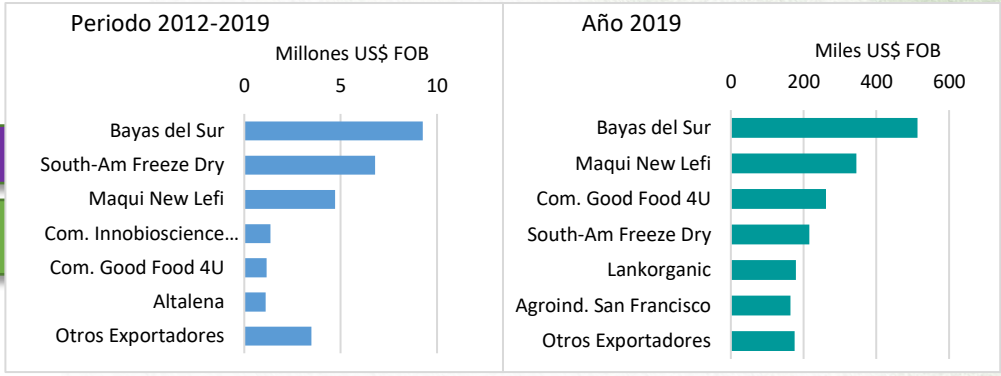
En el año 2019, el principal producto enviado a Estados Unidos fueron los frutos enteros, los que totalizaron US$370 mil FOB, de esto el 63% corresponde a frutos enteros congelados. En segundo lugar, se ubicaron los frutos como jugo los que alcanzaron US$302 mil FOB,

el 94,5% corresponde a jugo congelado. Y por último se encuentran los frutos en polvo con US$277 mil FOB.
A continuación de Estados Unidos, sigue Alemania, destino al que en el año 2019 solo se enviaron frutos enteros congelados por un monto equivalente a US$509 mil FOB.

2.3 Exportadores

La exportación de frutos de maqui se ha realizado a través de distintos exportadores, totalizando 52 empresas entre los años 2012 y 2019. El principal exportador del periodo correspondió a Bayas del Sur con una participación del 33,2%, seguido por South-Am Freeze Dry con el 24,4% y, en tercer lugar, Maqui New Life con el 16,9% del total del periodo.

En el año 2019, 11 empresas realizaron envíos de frutos de maqui, 18 menos que el año anterior. Tres empresas concentraron el 60% de las transacciones, Bayas del Sur lideró los envíos con el 27,7%, a continuación, se encuentra Maqui New Life con el 18,6% y, por último, Comercial Good Food 4U con el 14,1% del total exportado.



(Fuente: Elaboración propia)

Figura 4. Participación de los principales exportadores de maqui, periodo 2012-2019 y año 2019.

3. MERCADO INTERNO

El maqui, a pesar de ser un producto conocido a nivel nacional, no posee un consumo masivo. El consumo interno de maqui es marginal en comparación con lo exportado, vinculado principalmente a mermeladas, helados y otros brebajes de carácter popular (Chicha de maqui).

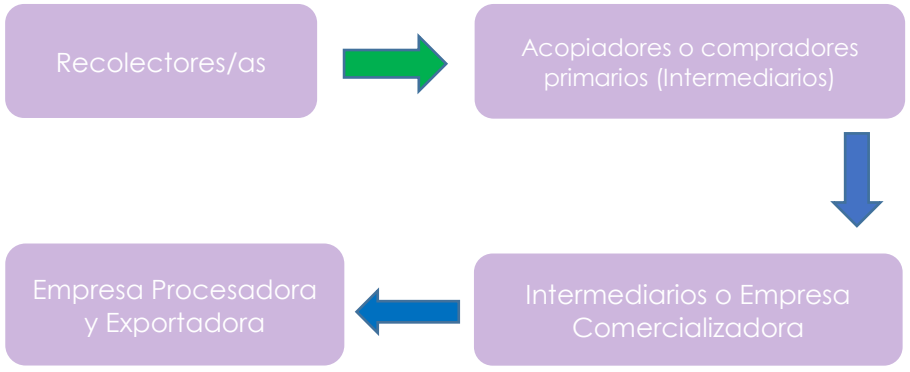
La cadena de comercialización se caracteriza por los siguientes actores:

- Los Recolectores: Corresponden a los primeros actores de la cadena de comercialización, los cuales recolectan directamente los frutos frescos, para luego ser vendidos a los intermediarios. ·

- Intermediarios y acopiadores: Compradores e intermediarios que poseen capital de trabajo y abren un poder de compra, en lugares fijos (puntos de acopio) o realizan circuitos rurales en vehículos con capacidad de carga, comprando el producto.

- Empresas procesadoras y exportadoras: Son las encargadas de procesar la materia prima (frutos de maqui), generando el producto comercial, según requerimientos del comprador final (importador), en formatos de polvo, concentrado, deshidratado o congelado.

La cadena comercial interna comienza con la recolección, donde intervienen habitantes rurales, mujeres, hombres y niños. La extracción se realiza manualmente y muchas veces se deteriora el recurso al cortar las ramas y ramillas para lograr una mejor extracción. Se considera un producto de calidad, aquel que logra un buen nivel de madurez.



(Fuente: modificado desde Valdebenito *et al*., 2003)

Figura 5. Esquema básico del proceso de comercialización de frutos de maqui (flecha azul mercado formal; flecha verde mercado informal).

De acuerdo con las encuestas realizadas en el marco de un estudio de mercado regional para las regiones de Biobío y Ñuble (INFOR, 2019), un jefe de hogar recolecta en promedio 25 kilos de maqui al día y se estima en 5.186 y 1.632 personas dedicadas a esta recolección en las regiones de Biobío y Ñuble respectivamente. No existen cifras oficiales del volumen recolectado de maqui, sin embargo, en base al Catastro de Recolectores (INFOR, 2019) se pueden estimar en 3.350.156 kilos/temporada y 1.054.272 kilos por temporada, para las regiones de Biobío y Ñuble respectivamente.

Una parte de los recolectores hacen procesamiento a escala artesanal, especialmente jugo, café o mermelada de maqui y comercializan el producto en ferias libres, negocios o almacenes y venta directa a público consumidor.

Una vez que el maqui ha sido cosechado, el recolector tiene dos destinos principales; venderlo a los intermediarios o procesarlo. Los precios recibidos por los recolectores se presentan a continuación:

Cuadro 1. Precios recibidos por los recolectores de maqui.

Formato	Unidad	Rango de precios ($)
Fresco al detalle	Kg	4.000 a 6.000
Seco	Kg	8.000 a 20.000
Fresco a granel	Kg	700 a 1.500

Fuente: INFOR, 2019.

4. CONCLUSIONES

Maqui es una especie de PFNM relevante en términos de exportaciones chilenas. En los formatos de envíos al exterior destacan los frutos, aceite vegetal y plantas de maqui, siendo los frutos el principal producto exportado, y el que concentra más del 99% de las exportaciones de la especie cada año.

En los últimos 8 temporadas se han exportado cerca de 1.475 toneladas de frutos de maqui, que en total suman cerca de US$27,8 millones FOB. La tendencia de envíos de maqui venia en alza hasta el año 2016, desde ese año en adelante la tendencia fue decreciente.

El precio de frutos de maqui alcanzó el máximo valor en el año 2015 con US$25.506 por tonelada, luego inicio un descenso hasta el año 2019, donde se alcanzó un precio de US$13.583 por tonelada.

En la última temporada (2019), el destino principal fue Estados Unidos que registró el 51% de los envíos. Entre las principales exportadoras destacan Bayas del Sur y Maqui New Life.

El consumo interno de maqui es marginal en comparación con lo exportado, vinculado principalmente a usos alimenticios como mermeladas, helados y otros.

La cadena de comercialización reconoce a los principales actores, entre ellos; recolectores, intermediarios y empresas procesadoras y exportadoras.



5. REFERENCIAS

INFOR. 2019. Catastro de recolectoras y recolectores de Productos Forestales No Madereros (PFNM), en las Regiones de Biobío y Ñuble. Informe Técnico N°121.

VALDEBENITO, G., CAMPOS, J., LARRAÍN, O., AGUILERA, M., KAHLER, C., FERRADO, M., GARCIA, E. Y SOTOMAYOR, A. 2003. Boletín divulgativo Nº 1 maqui. Proyecto FONDEF Innovación Tecnológica y Comercial de Productos Forestales no Madereros (PFNM) en Chile. INFOR- FUNDACION CHILE. 5 pp.

CAPÍTULO 8



QUÍMICA DEL MAQUI

Carolina Fredes[32], Alejandra Parada[30] y Paz Robert[33]

[32] Departamento de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile; cpfredes@uc.cl; acparada@uc.cl

[33] Departamento Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile; proberts@uchile.cl

Lista de abreviaturas

CA, capacidad antioxidante; CMI, concentración mínima inhibitoria; EAG, equivalentes de ácido gálico; ps, peso seco; pf, peso fresco; TPA, 12-*O*-tetradecanoilforbol-13-acetato; iNOS, óxido nítrico sintasa; NO, óxido nítrico; COX-2, ciclooxigenasa 2; PGE2, prostaglandina E2



1. INTRODUCCIÓN

La composición química del maqui ha sido ampliamente estudiada durante los últimos 15 años. Botánicamente, el fruto de maqui es una baya (5 mm diámetro) con 3 a 4 semillas (Rodríguez *et al*., 1983) que madura con 1.100 grados día de desarrollo (i.e. 91 días después de cuaja) en la zona central de Chile (Fredes *et al*., 2012). El fruto maduro tiene un contenido de sólidos solubles entre 18 y 19 °Brix (Fredes *et al*., 2012) y un peso entre 21 y 24 g por 100 berries (Damascos *et al*., 2008; Fredes *et al*., 2012). La composición química proximal del fruto de maqui muestra un contenido de humedad de 214 g/100 g peso seco (ps), proteína cruda de 6 g/100 g ps, lípidos de 6 g/100 g ps, cenizas de 3 g/100 g ps, carbohidratos totales de 86 g/100 g ps, fibra cruda de 34 g/100 g ps, y una actividad de agua de 0,975 (Rodriguez *et al*., 2016). En cuanto al contenido de minerales (i.e. K, Ca, Ba, Br, Zn, Co, Cr, Fe, Na, Rb, Cs y Sr); K (18.633 mg/kg), Ca (4.823 mg/kg), Fe (106 mg/kg), Na (49 mg/kg) y Zn (13 mg/kg) son los minerales más abundantes en el fruto de maqui (Damascos *et al*., 2008).

El mayor foco de atención en el estudio de la química del maqui, es la investigación sobre sus fitoquímicos. "Fito-" deriva del griego *phyto*, que significa planta. Liu (2004) define fitoquímicos como compuestos bioactivos no-nutritivos, presentes en plantas, que pueden tener importancia en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo. En este sentido, el maqui no solo aporta nutrientes esenciales, sino que también fitoquímicos bioactivos que potencialmente pueden contribuir a la promoción de la salud y prevención de enfermedades. Los fitoquímicos son conocidos también, como metabolitos secundarios o productos naturales de origen vegetal, y son sintetizados a partir de varias rutas metabólicas descritas en los vegetales (Term, 1994). El conocimiento de los fitoquímicos presentes en el maqui ha permitido agregar valor a este fruto y a sus productos agroindustriales. Por lo tanto, el

objetivo de este capítulo es recopilar la información científica disponible sobre la composición química del maqui. Esta información se reúne en cuatro secciones: (a) Principales fitoquímicos descritos en la hoja y fruto de maqui; (b) Principales factores que explican las variaciones en el contenido de fitoquímicos en el fruto de maqui; (c) La actividad biológica de extractos de hoja y fruto de maqui que buscan validar sus usos tradicionales; y (d) Estudios novedosos de los efectos potencialmente beneficiosos para la salud de los fitoquímicos del maqui. Este capítulo quiere contribuir a la comprensión de la composición química del maqui como una herramienta valiosa para el diseño y desarrollo de nuevos y mejores alimentos. Además, este capítulo rescata también, los usos tradicionales del maqui como parte del patrimonio cultural de la población rural y de los pueblos originarios de Chile (Mapuche y Huilliche). La información contenida en las diferentes secciones será de utilidad para recolectores, productores, procesadores y comercializadores de productos agroindustriales de maqui.



2. MATERIAL Y MÉTODO

La estrategia de búsqueda de literatura científica se detalla en el diagrama de flujo de la Figura 1.

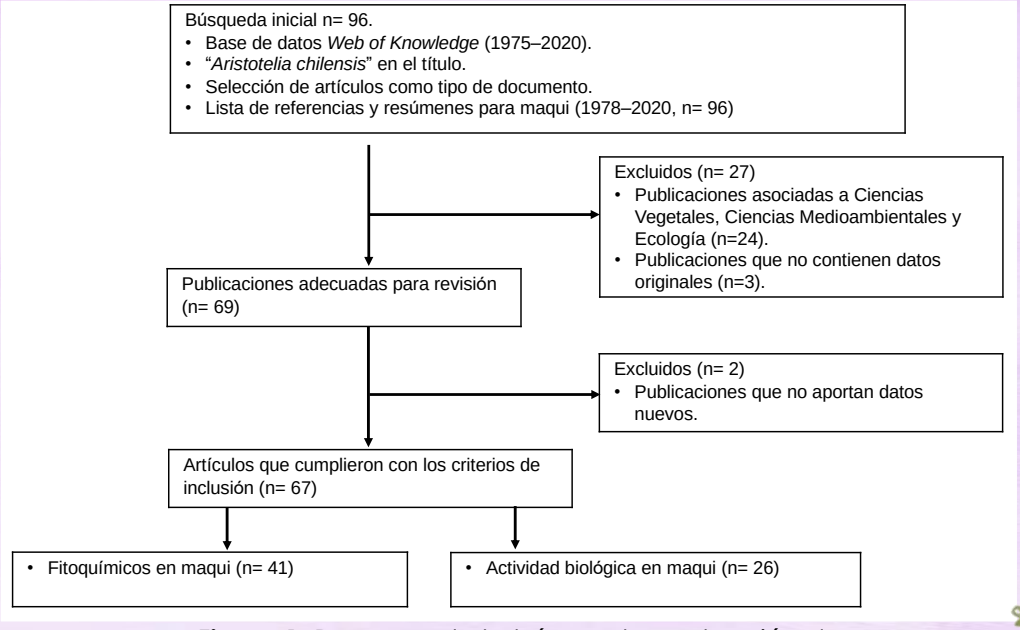


Figura 1. Resumen de la búsqueda y selección de artículos científicos para este capítulo.

Las publicaciones relevantes se identificaron en una búsqueda inicial en la base de datos del *Web of Science,* usando como palabra clave la nomenclatura botánica "*Aristotelia chilensis*" en el título. Para la obtención de registros se usó un intervalo de tiempo comprendido entre 1975 y 2020. A partir de 1978, la búsqueda inicial resultó en 96 registros. Cada resumen se revisó y se excluyó todas aquellas publicaciones asociadas con "Ciencias Vegetales", "Ciencias Medioambientales" y "Ecología" que no reportaban ningún antecedente sobre la composición nutricional y de

fitoquímicos del maqui. Al mismo tiempo, se excluyeron las publicaciones que no contenían datos originales. Se revisaron las publicaciones adecuadas y se excluyeron aquellas que contenían los mismos datos. Finalmente, los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión se clasificaron en: identificación de fitoquímicos (41 artículos) y actividad biológica (26 artículos). De esta manera se pudo analizar la evidencia científica actualizada sobre los fitoquímicos del maqui.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Principales fitoquímicos en la hoja y fruto de maqui

Los alcaloides son los principales compuestos bioactivos descritos en la hoja de maqui

Los primeros estudios de identificación de productos naturales en la hoja de maqui se orientaron a la identificación de alcaloides. De esta manera, los primeras investigaciones identificaron alcaloides indólicos por espectroscopia de resonancia magnética nuclear (Cespedes *et al*., 1990; Watson *et al*., 1989). En estudios sucesivos, estas investigaciones se complementaron con la identificación de otros alcaloides indólicos como la macomaquina, hobartina y serrotolina y el aislamiento de la cumarina escopoletina, un alcaloide quinolínico (Céspedes *et al*., 1993; Moreno *et al*., 2013; Silva *et al*., 1997).

Otros fitoquímicos descritos en la hoja de maqui

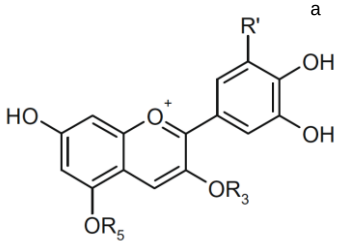
De manera complementaria a la identificación de alcaloides en distintos tipos de extractos obtenidos de la hoja de maqui, el

extracto diclorometano de hoja de maqui presenta una mezcla de triterpenoides (ácido ursólico y friedelina) y flavonoides como la quercetina (Muñoz *et al*., 2011). Es importante destacar, que distintos tipos de extractos presentan una composición de alcaloides y triterpenoides diferente. Por ejemplo, el extracto metanólico tiene flavonoides como la quercetina-3-*O*-β-D-glucósido y el kaempferol, mientras que el extracto acuoso tiene una mezcla de alcaloides (protopina y aristotelina y ácidos fenólicos (Muñoz *et al*., 2011).

Las antocianinas como los principales compuestos bioactivos del fruto de maqui

Las antocianinas son las responsables del color morado oscuro del fruto de maqui. Escribano-Bailón *et al*. (2006) identificó por primera vez el perfil de ocho antocianinas en el fruto de maqui: delfinidina-3-sambudiosido-5-glucosido (del-3-sa-5-glu), delfinidina-3,5-diglucosido (del-3,5-diglu), cianidina-3-sambudiosido-5-glucosido (ci-3-sa-5-glu), cianidina-3,5-diglucosido (ci-3,5-diglu), delfinidina-3-sambudiosido (del-3-sa), delfinidina-3-glucosido (del-3-glu), cianidina-3-sambudiosido (ci-3-sa) y cianidina-3-glucosido (ci-3-glu) (Figura 2). En este estudio, los derivados de delfinidina (73%) predominaron sobre los derivados de cianidina (37%), y la del-3-sa-5-glu fue la antocianina más abundante (34% del total de antocianinas). El contenido total de antocianinas descrito por estos autores fue de 138 mg del-3-glu equivalentes/100 g de peso fresco. Céspedes *et al*. (2010a), Ruiz *et al*. (2010) y Gironés-Vilaplana *et al*. (2012) describieron perfiles de antocianinas similares. Sin embargo, los contenidos relativos de antocianinas varían entre investigaciones. Por ejemplo, Rojo *et al*. (2012) informó que la del-3-glu (34% del total de antocianinas) es la antocianina más abundante del fruto de maqui. Gironés-Vilaplana *et al*. (2014) identificó también la cianidina-3-glucosido-5-ramnosido dentro del perfil de antocianinas del fruto de maqui.

a



b

Compuesto	R'	R3	R5	Nombre
1	OH	Xyl-Glu	Glu	delfinidina-3-sambubiosido-5-glucosido
2	OH	Glu	Glu	delfinidina-3,5-diglucosido
3	H	Xyl-Glu	Glu	cianidina-3-sambubiosido-5-glucosido
4	H	Glu	Glu	cianidina-3,5-diglucosido
5	OH	Xyl-Glu	H	delfinidina-3-sambubiosido
6	OH	Glu	H	delfinidina-3-glucosido
7	H	Xyl-Glu	H	cianidina-3-sambubiosido
8	H	Glu	H	cianidina-3-glucosido

Figura 2. Estructura básica de una antocianidina (a), antocianinas descritas en el fruto de maqui y sus diferentes patrones de glicosilación (b).

Otros polifenoles en el fruto de maqui

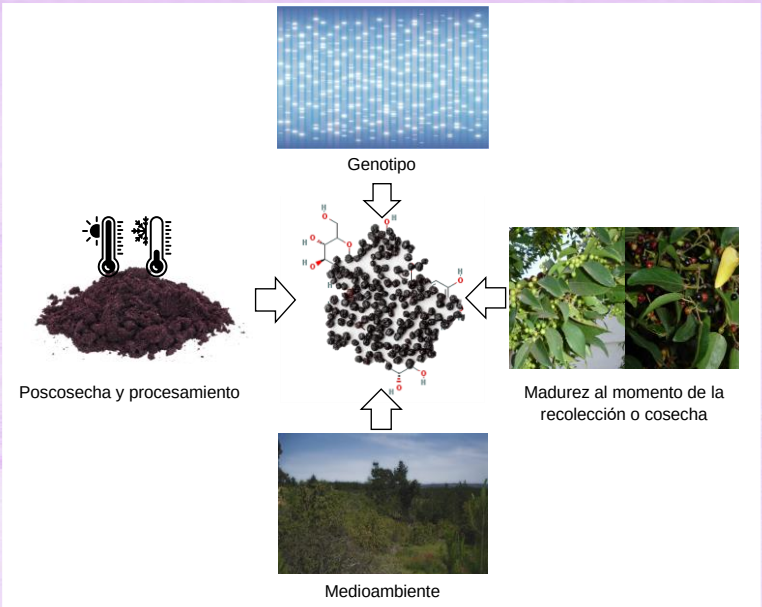
Adicionalmente a las antocianinas, el fruto de maqui contiene otros tipos de polifenoles. Céspedes *et al*. (2010a) identificó ácidos fenólicos (ácido gentísico, ácido ferúlico, ácido gálico, ácido ρ-cumárico, ácido sinápico, ácido 4-hidroxibenzoico y ácido vanílico) y flavonoides (galocatequina galato, quercetina, rutina, miricetina, catequina, epicatequina y proantocianidina B) en el fruto de maqui. Gironés-Vilaplana *et al*. (2012) identificó derivados de ácido elágico (granatina B, ácido elágico y ácido elágico ramnosido), flavonoles (miricetina-3-*O*-galoilglucosido, miricetina-3-

O-galactosido, miricetin-3-*O*-glucosido, quercetina-3-*O*-rutinosido, quercetina-3-*O*-galactosido, quercetina-3-*O*-glucosido, quercetina-3-*O*-xilosido, quercetina-3-*O*-arabinosido y quercetina-3-*O*-ramnosido) y ácido 5-*O*-cafeoilquínico en el fruto de maqui.

3.2 Principales factores que explican las variaciones en el contenido de fitoquímicos en el fruto de maqui

La mayor parte de la investigación sobre la composición química del maqui se ha realizado en sus poblaciones silvestres. Por lo tanto, el genotipo y el medioambiente no se han considerado en la mayoría de estos estudios. Sin embargo, es posible especular que estos estudios abarcan una gran diversidad de ecotipos de maqui y de medioambientes, debido a la amplia distribución que presenta el maqui dentro del territorio chileno (Fredes *et al*., 2014a). Los principales factores que afectan los contenidos de polifenoles en plantas pueden ser agrupados en variables asociadas al genotipo, el medioambiente, almacenamiento y procesamiento y al estado de madurez al momento de la cosecha (Fredes & Montenegro, 2013). En este contexto, esta sección discute como estos factores afectan el contenido de antocianinas (Figura 3); analizando la investigación actualmente disponible.





(Fuente: Adaptado de Fredes y Montenegro, 2013)

Figura 3. Factores que afectan los contenidos de antocianinas en el fruto de maqui.

Efecto del genotipo

En el caso del maqui, el genotipo se refiere a la existencia de diferentes ecotipos de plantas que comparten una misma población dentro de un área geográfica determinada. Adicionalmente, plantas de maqui que crecen en una misma población pueden tener genotipos diferentes, considerando que el maqui es una especie dioica (i.e. plantas masculinas o femeninas) con polinización cruzada. Fredes *et al*. (2014a) evaluó el contenido de antocianinas de genotipos de maqui provenientes de poblaciones silvestres de cuatro áreas geográficas de Chile. El contenido total de antocianinas de estos genotipos fluctúo entre 6,6 y 15,0 g cy-3-glu/Kg de peso fresco (pf), con contenidos

significativamente diferentes en cada área geográfica, que reflejan el efecto del genotipo. Tres de los genotipos de maqui estudiados presentaron contenidos significativamente superiores, sugiriendo la existencia de genotipos superiores por su contenido de antocianinas. El contenido relativo de antocianinas en los genotipos de maqui también fue diferente, lo que consecuentemente se tradujo en que las antocianinas predominantes en los genotipos de maqui fueron diferentes. Estos hallazgos son concordantes con numerosos estudios en otras especies silvestres y cultivadas que indican que diferentes variedades, selecciones o ecotipos presentan contenidos de polifenoles diferentes y/o contenidos de polifenoles particulares (Lohachoompol *et al*., 2008; Scalzo *et al*., 2005; Speisky *et al*., 2008).

Efecto del medioambiente

El medioambiente se asocia con diferentes tipos de clima, suelo y manejos agronómicos. El efecto del medioambiente en la composición de fitoquímicos de genotipos de maqui es difícil de establecer, ya que la mayor parte de la investigación disponible se ha realizado en poblaciones silvestres. Esto quiere decir, que el contenido de antocianinas de un mismo genotipo de maqui no se ha evaluado en diferentes áreas geográficas. Fredes *et al*. (2014a) estudiaron poblaciones silvestres de maqui de cuatro áreas geográficas (32 - 39 ºLS) durante dos temporadas. Sus resultados permiten postular que los frutos de maqui que tienen mayores contenidos de antocianinas son aquellos que crecen en latitudes (34 - 35 ºLS) con alta temperatura aérea (~25 °C) y alta oscilación térmica (~15 °C) durante la maduración del fruto. Adicionalmente, los autores encontraron diferencias en el contenido de antocianinas entre temporadas (Fredes *et al*. 2014a). Este hallazgo es concordante con un estudio realizado por González *et al.* (2015), quienes encontraron contenidos de antocianinas diferentes durante tres temporadas de producción.

Efecto de la poscosecha y procesamiento

La conservación del fruto de maqui puede realizarse por refrigeración, congelación o deshidratación. González *et al*. (2015) estudiaron diferentes tratamientos de conservación incluyendo el secado al sol, secado a la sombra, refrigeración a 5 °C y congelación a -20 °C. Como era esperable, la fruta congelada presentó la mayor retención de antocianinas, y este contenido se mantuvo constante aún después de 6 meses de almacenamiento congelado.



Rodriguez *et al*. (2016) estudiaron el efecto de la temperatura del proceso de secado en el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas, usando secado por convección a cinco temperaturas diferentes (40 - 80 °C). La pérdida de fitoquímicos a un rango intermedio de temperatura no fue siempre significativa, sugiriendo la conversión de algunos polifenoles. Este mismo estudio analizó el perfil de ácidos fenólicos y flavonoides en sus formas conjugadas y libres. Después del tratamiento a 80 °C, la forma libre de ácidos fenólicos como el ácido gálico y ácido elágico aumentó en un 87,8 y un 117,6%, respectivamente. Esto fue explicado por la conversión de formas conjugadas (i.e. taninos hidrolizables) a formas libres.

Brauch *et al*. (2016) analizó la composición química del fruto fresco y deshidratado de maqui, y de un jugo de maqui. La fruta deshidratada se obtuvo por secado por microondas (pop dry® process); mientras que el jugo de maqui se obtuvo por escaldado, maceración, prensado, y pasteurización de la fruta fresca. El

contenido de antocianinas totales de la fruta fresca (68,3 g/Kg ps) fue dos veces mayor que la fruta deshidratada (39,1 g/Kg ps), reflejando el efecto de la alta temperatura (80 °C) durante el proceso de secado. Adicionalmente, se observó una alta pérdida de antocianinas totales después del proceso de elaboración de jugo (26,1 g/Kg a 11,6 g/Kg pf). Los mismos autores determinaron que la proporción de delfinidinas aumentó en relación con la cianidinas después del proceso de secado o de la elaboración de jugo, indicando la mayor susceptibilidad de las cianidinas a la degradación térmica (Brauch *et al*., 2016). En un estudio anterior, Brauch *et al*. (2015) demostraron que la estabilidad de las antocianinas en el jugo de maqui y productos deshidratados presenta diferentes patrones, demostrando que las antocianinas 3,5-diglicosiladas son más estables que las antocianinas 3-*O*-glicosiladas.



Durante los últimos años, se han ido sumando varios estudios enfocados en la microencapsulación de compuestos bioactivos de la hoja (Vidal *et al*., 2013) y del fruto de maqui (Fredes *et al*., 2018a; Fredes *et al*., 2018b; López de Dicastillo *et al*., 2019; Romero-González *et al*., 2020). El uso de carbohidratos y proteínas como agente encapsulante favorece la retención y estabilidad de antocianinas en el diseño de micropartículas de jugo de maqui (Fredes *et al*., 2018a; Fredes *et al*., 2018b). La microencapsulación se puede realizar usando directamente el jugo de maqui o bien usando distintos tipos de extractos como materia prima. En este sentido, cuando se utilizan extractos es muy importante que estos tengan un contenido óptimo de compuestos bioactivos. Un estudio indicó que la mayor recuperación de antocianinas de maqui usando agua como solvente en extracción sólido/líquido se obtuvo con una relación solvente/fruto de 2:1, una temperatura de extracción de 75 °C y un tiempo de extracción de 75 min (Garrido Makinistian *et al*., 2019). Vázquez-Espinosa *et al*. (2018) evaluaron la extracción asistida por microondas para la cual describieron



condiciones óptimas de extracción usando metanol 65% en agua pH 2, una temperatura de 100 °C y una relación 10:0,5 para compuestos fenólicos. Siguiendo el mismo proceso, las condiciones óptimas de extracción de antocianinas fueron usando metanol 60% en agua pH 2, una temperatura de 50 °C y una relación 14:0,5. Estos mismos autores evaluaron la extracción asistida por ultrasonido, donde el tiempo de extracción óptimo para compuestos fenólicos fue 15 min, mientras que para antocianinas fue 5 min (Vázquez-Espinosa *et al*., 2019).

Efecto del estado de madurez al momento de la recolección o cosecha

Es importante hacer notar que en plantas silvestres de maqui coexisten frutos en distintos estados de madurez debido al amplio período de floración y la consecuente cuaja y desarrollo prolongado de frutos en una misma planta. (Fredes *et al*., 2012; González *et al*. 2015). Fredes *et al*. (2012) estudiaron el contenido de polifenoles, antocianinas y la capacidad antioxidante de frutos durante el desarrollo y maduración de frutos de maqui en dos poblaciones silvestres de la zona central de Chile. El contenido de polifenoles disminuyó, mientras que el contenido de antocianinas aumentó desde el estado de fruto verde a fruto rojo. Sin embargo, el contenido de polifenoles y de antocianinas aumentó desde el estado de fruto rojo a morado oscuro. El mayor contenido de antocianinas y capacidad antioxidante se observó en el fruto en estado morado oscuro.





(Fuente: Adaptado de Fredes y Robert, 2014b)

Figura 4. Floración (a), cuaja (b) y distintos estados de madurez (c-e) del fruto de maqui.

La comprensión de las variaciones en el contenido de fitoquímicos en el fruto de maqui facilita el diseño y desarrollo de nuevas formulaciones y la evaluación de la eficacia de nuevos productos nutracéuticos.

3.3 Actividad biológica de extractos de hoja y fruto de maqui que buscan validar sus usos tradicionales

Para validar los usos tradicionales del maqui, se han utilizado diferentes métodos para determinar la actividad biológica de extractos de hoja y de fruto. En algunos de estos estudios se identifican compuestos bioactivos como alcaloides y polifenoles. Sin embargo, cuando se utilizan extractos de maqui no se puede establecer una correlación entre un compuesto específico y un efecto biológico esperado.

Hoja de maqui

Delporte (2006) se basaron en el uso tradicional de la infusión de hoja de maqui para las dolencias de la garganta (i.e. inflamación, dolor e infección) para evaluar la actividad antiinflamatoria, antioxidante y antimicrobiana de diferentes tipos de extractos de hoja de maqui. En un estudio sucesivo, Muñoz *et al*. (2011) investigaron la actividad analgésica, antiinflamatoria y antioxidante usando un ensayo *in vivo* bio-guiado para identificar los principales constituyentes químicos del maqui que validan científicamente su uso medicinal. La actividad antiinflamatoria se estudió usando dos modelos animales: Modelo de la inflamación inducida por el 12-*O*-tetradecanoilforbol-13-acetato (TPA) en ratones y el modelo del edema en la pata de cobayo inducido por carragenina (Muñoz *et al*., 2011).

Avello *et al*. (2008) evaluaron la capacidad antioxidante (CA) con el método TBARS (sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico) en plasma antes y después de la ingesta de una infusión de hoja de maqui (1%). El contenido de fenoles totales en la infusión fue de 0,074 mM equivalentes de ácido gálico (EAG). En este estudio, voluntarios no-fumadores con índice de masa corporal normal bebieron esta infusión dos veces al día durante 3 días, siguiendo las recomendaciones de la medicina popular. El resultado indicó un aumento promedio (30,3%) de la CA en plasma después de 24 h de la ingesta de la infusión.

La medicina del pueblo Huilliche de Chile recomienda una cataplasma de hojas de maqui para la cicatrización de heridas e infecciones asociadas. Para investigar sobre este uso tradicional, Molgaard *et al*. (2011) evaluaron la actividad antimicrobiana de la hoja de maqui contra bacterias y hongos, especialmente de patógenos asociados a heridas, El extracto acuoso demostró actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (ATCC

6538) y *Bacillus subtilis* (ATCC 6633) con una concentración mínima inhibitoria (CMI) < 1 mg. El extracto DMC: metanólico (1:1) demostró actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) con una menor CMI (< 0,5 mg). Los extractos DMC: metanólico (1:1) y etanólico (96%) de hoja de maqui inhibieron el crecimiento de *Escherichia coli* (EDL 933) con una CMI ~ 1 mg. Estos hallazgos fueron concordantes con una investigación anterior en la que un extracto etanólico (60%) de hoja maqui inhibió el crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* (ATTC 27653), *S. aureus* (ATTC 6538P), *Enterobacter aerogenes* (UC-1) y *Candida albicans* (UC-A) (Avello *et al*., 2009).



Fruto de maqui

De manera similar a los estudios realizados con la hoja de maqui, la evaluación de la actividad biológica antiinflamatoria, antioxidante y antiaterogénica se ha estudiado para validar los usos tradicionales del fruto de maqui. Extractos de fruto de maqui han demostrado una fuerte actividad antiinflamatoria en el modelo biológico de inflamación auricular de ratón inducida por TPA, y en el modelo biológico de inflamación aguda de rata inducida por carragenina (Céspedes *et al*., 2010a). En estos estudios, se evaluaron diferentes extractos y sus fracciones, observándose una actividad antiinflamatoria dosis-dependiente. De esta manera, la actividad antiinflamatoria de estos extractos fue similar a drogas comerciales (e.g. indometacina y ovatifolina) y algunos flavonoides naturales (e.g. quercetina, miricetina, luteolina y diosmetina) (Céspedes *et al*., 2010a; Céspedes *et al*., 2010b). La actividad antiinflamatoria del fruto de maqui se atribuye a la presencia de ácidos fenólicos, antocianinas y otros flavonoides. En otro tipo de estudio, las propiedades antiinflamatorias del fruto de maqui fueron estudiadas *in vitro* usando macrófagos (RAW 264.7) estimulados por lipopolisacáridos (LPS) (Schreckinger et al., 2010). Los resultados de esta investigación demostraron que extractos fenólicos de fruto de maqui disminuyeron la inflamación *in vitro* al inhibir las vías óxido nítrico sintasa/óxido nítrico (iNOS/NO) y ciclooxigenasa 2/prostaglandina E2 (COX-2/PGE2) inducidas por LPS en macrófagos, y la potencia de estos extractos *in vitro* fue dependiente de la composición de fitoquímicos (Schreckinger *et al*., 2010).

La CA del fruto de maqui ha sido estudiada usando diferentes métodos *in vitro* como el método FRAP (ferric reducing activity power), TRAP (total radical-trapping antioxidant parameter), TAR

(total antioxidant reactivity), TBARS (thiobarbituric acid reactive substances), radical DPPH (2,2- diphenyl-l-picrylhydrazyl) y ORAC (oxygen radical absorbance capacity). Miranda-Rottmann *et al*. (2002) compararon el contenido de fenoles totales y la CA de diferentes jugos concentrados (arándano, frambuesa, frutilla, arándano, mora y maqui) y vino tinto usando TRAP y TAR. La CA se correlacionó directamente con el contenido de fenoles totales, y el jugo de maqui tuvo una CA significativamente mayor en comparación con los otros jugos y el vino tinto. Adicionalmente, el jugo de maqui inhibió la oxidación *in vitro* de lipoproteínas de baja densidad (LDL) inducida por cobre y protegió las células endoteliales del estrés oxidativo intracelular inducido por peróxido de hidrógeno.

Araya *et al*. (2006) determinaron la CA (método FRAP) de diferentes frutas y verduras consumidas en Chile; y nuevamente el maqui destacó significativamente del resto de muestras analizadas. La CA osciló entre 0,02 mM Fe/100 g para el pepino dulce y 12,32 mM Fe/100 g para el maqui. Se observó una CA alta en otras frutas tipo *berry*, como la frutilla y la mora (3,10 y 3,55 mM Fe/100 g, respectivamente). Se observó una CA intermedia en frutas como el limón y membrillo (0.25 y 0.23 mM Fe/100 g), y la CA más baja se encontró en manzanas (variedad Fuji) y duraznos. Estos resultados son concordantes con sucesivos estudios en que se ha comparado la CA del fruto de maqui con otros frutos producidos en el país (Fredes *et al*., 2014c; Guerrero *et al*., 2010; Speisky *et al*., 2012). En estudios comparativos realizados por Guerrero *et al*. (2010) y Fredes *et al*. (2014c) se incorporó la cuantificación de antocianinas totales usando el método de pH diferencial (Lee *et al*., 2005). Los resultados indicaron que el fruto de maqui destacó por su mayor contenido de antocianinas en comparación con otros frutos reconocidos por un alto contenido de polifenoles, como la granada (Fredes *et al*., 2014c). El alto contenido de antocianinas del fruto de maqui puede atribuirse a su alta relación superficie/volumen, especialmente

considerando el tamaño pequeño del fruto en comparación con otros frutos con alto contenido de polifenoles (arándanos, frambuesas, frutillas y moras) (Fredes *et al*., 2014c). En el cuadro 1 se resume las investigaciones en actividad biológica de la hoja y fruto de maqui, y estudios novedosos de los efectos potencialmente beneficiosos para la salud de los fitoquímicos del maqui.

Cuadro 1. Uso tradicional y estudios de actividad biológica y efectos potencialmente beneficiosos para la salud de la hoja y fruto de maqui.

Órgano de la planta	Uso tradicional	Actividad biológica	Referencias
Hoja	Enfermedades de la garganta (dolor, inflamación e infección)	Analgésico	Delporte et al. (2006)
			Muñoz et al. (2011)
		Antiinflamatoria	Muñoz et al. (2011)
		Antimicrobiano	Avello et al. (2009)
			Molgaard et al. (2011)
		Antioxidante	Avello et al. (2008)
		Vasorelajación	Cifuentes et al. (2018)
		Inhibición colinesterasa	Céspedes et al. (2017)
Fruto	Antidiarreico, pigmento	Antiinflamatoria	Céspedes et al. (2010; 2010)
			Schreckinger et al. (2010)
			Vergara et al. (2015)
			Céspedes et al. (2017)
			Céspedes-Acuña et al. (2018)
		Antioxidante	Miranda-Rottmann et al. (2002)
			Araya et al. (2006)
			Guerrero et al. (2010)
			Speisky et al. (2012)
			Fredes et al. (2014)
			Fuentes et al. (2015)
			Bribiesca-Cruz et al. (2019)
		Antiaterogénica	Miranda-Rottmann et al. (2002)
		Anticarcinogénica	Ojeda et al. (2011)
		Anti-colinesterasa	Gironés-Vilaplana et al.(2012)

Antidiabética	Rubilar et al. (2011)
	Fuentes et al. (2013)
	Gironés-Vilaplana et al.(2013)
	Gironés-Vilaplana et al. (2014)
	Sandoval et al. (2019)
Hipoglucemiante	Rojo et al. (2012)
Cardioprotectiva	Céspedes et al. (2008)
	Fuentes et al. (2015)
Salud ocular	Tanaka et al. (2013)
	Nakamura et al. (2014)
Dermatitis atópica	Moon y Kim (2020)



3.4 Estudios novedosos de los efectos potencialmente beneficiosos para la salud de los fitoquímicos del maqui

Periódicamente se van reportando novedosos estudios que investigan los efectos potencialmente beneficiosos para la salud de los fitoquímicos del fruto de maqui (Cuadro 1). Por ejemplo, un estudio con el extracto metanólico de frutos de maqui demostró la actividad antioxidante y cardioprotectora contra la isquemia/reperfusión aguda en un modelo animal (Céspedes *et al*., 2008). En este estudio el extracto de maqui previno estos eventos nocivos en el corazón del animal debido a la disminución de la oxidación de lípidos y la reducción de la concentración de TBARS. Fuentes *et al*. (2015) encontraron que el extracto hidroalcohólico del fruto de maqui atenuó las respuestas máximas de vasorrelajación al vasodilatador acetilcolina dependiente del endotelio y redujo la biodisponibilidad del óxido nítrico en una magnitud similar a la rutina y la quercetina en la aorta torácica de ratas Wistar. Ojeda *et al*. (2011) evaluaron el efecto *in vitro* de un jugo concentrado de maqui sobre la línea celular de adenocarcinoma colorrectal Caco-2, que exhibe un alto nivel de expresión de ciclooxigenasa-2 (COX-2). Los resultados indicaron que el jugo de maqui (50 ng/mL de antocianinas) redujo la expresión basal de ARNm y proteína de COX-2. Además, el jugo de maqui no modificó la viabilidad celular de las células Caco-2 a la concentración evaluada.

En el caso de la diabetes, extractos etanólicos de maqui y la rutina tuvieron un efecto protector contra el deterioro funcional de la vasorrelajación dependiente del endotelio. Este efecto disminuyó la respuesta contráctil en los anillos aórticos después del tratamiento con fenilefrina y la contracción restante; después de la aplicación de acetilcolina en ratas en las que la diabetes mellitus fue inducida por inyección intraperitoneal. Esta actividad está asociada con una reducción de la biodisponibilidad del óxido nítrico. Además, con el tratamiento con maqui, los niveles de colesterol total, colesterol LDL

y triglicéridos disminuyeron, alcanzando niveles similares a los de ratas normales. Aunque el nivel de glucosa sérica disminuyó con el tratamiento con maqui, no alcanzó niveles normales (Fuentes *et al.*, 2013). Rojo *et al*. (2012) evaluaron el efecto hipoglucemiante de formulaciones enriquecidas en antocianinas de maqui utilizando un modelo murino de diabetes tipo II; en que se estudiaron ratones (C57BL/BJ) con una predisposición genética a desarrollar rasgos característicos de la diabetes tipo II. Los resultados mostraron que el tratamiento con una formulación enriquecida en antocianinas de maqui resultó en una reducción significativa de los niveles de glucosa en ayuno en ratones obesos hiperglucémicos, y esta reducción fue similar a la de metformina. Además, la formulación mejoró la tolerancia a la glucosa en ratones hiperglucémicos obesos, lo que sugiere una posible sensibilización a la insulina por las antocianinas de maqui. De acuerdo con los autores, la Del-3-sa-5glu fue al menos parcialmente responsable de los efectos antidiabéticos *in vivo* de las antocianinas de maqui. Siguiendo esta línea de investigación, se han evaluado frutos, hojas y tallos de maqui para determinar la inhibición de la actividad alfa-amilasa y alfa-glucosidasa (Rubilar *et al*., 2011). La fruta y el tallo fueron los inhibidores más activos de la alfa-amilasa y alfa-glucosidasa. La inhibición de estas enzimas retrasa potencialmente la digestión de carbohidratos y reduce la absorción de glucosa. La actividad biológica como la inhibición de la alfa-glucosidasa, lipasa, acetilcolinesterasa (AChE) y butirilcolinesterasa (BChE) en modelos *in vitro* se ha estudiado también, usando bebidas formuladas con fruto liofilizado de maqui (Gironés-Vilaplana *et al*., 2013, 2014).

El ojo es el órgano más expuesto al daño de la luz, lo que provoca estrés oxidativo y la consiguiente prevalencia de enfermedades oculares. Tanaka *et al*. (2013) encontraron que los extractos de fruto de maqui inhibieron la muerte de células fotorreceptoras murinas inducidas por luz (661 W) en un modelo *in vitro*. Posteriormente, Nakamura *et al*. (2014) estudiaron el efecto de los extractos de

frutos de maqui, grosella negra (*Ribes nigrum* L.) y mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L.) sobre la restauración de la secreción de lágrimas en un modelo auricular animal. El extracto de fruto de maqui mostró el mayor efecto supresor sobre la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) en la glándula lagrimal y la córnea. Adicionalmente, el extracto de fruto de maqui mostró el mayor aumento en la secreción de lágrimas cuando los extractos se administraron por vía oral. Estos resultados se atribuyeron principalmente a la delfinidina 3,5-*O*-diglucósido del fruto de maqui.



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓNES

Este capítulo reúne información científica actualizada sobre la composición química del fruto de maqui. En este sentido, el conocimiento científico del maqui es mucho más extenso en comparación con otros frutos nativos de Chile como la murta y calafate (Fredes *et al*., 2020). La lectura de este capítulo se puede complementar con revisiones anteriores realizadas por nuestro grupo de investigación (Fredes & Robert, 2017; Fredes & Robert, 2014). Los avances en el estudio de la composición nutricional del fruto de maqui, la identificación de fitoquímicos, la validación del uso tradicional y la actividad biológica de ciertos fitoquímicos indican que el maqui es una fuente promisoria de compuestos antioxidantes, antimicrobianos y vasodilatadores naturales con potencial nutracéutico. La nueva evidencia destaca el papel principal de las antocianinas en la actividad antioxidante, antiinflamatoria y antidiabética del fruto de maqui. Al igual que los estudios internacionales sobre nutracéuticos en otros frutos como el arándano, se necesitan estudios futuros para establecer los mecanismos de acción de las antocianinas del maqui (y sus metabolitos) en la actividad antioxidante y antiinflamatoria. Esta investigación es necesaria para profundizar en la comprensión de los potenciales beneficios para la salud asociados con el consumo de este fruto.



5. REFERENCIAS

ARAYA L, H., CLAVIJO R, C., & HERRERA, C. 2006. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, *56*(4), 361–365.

AVELLO, M, VALLADARES, R., & ORDÓÑEZ, J. 2008. Capacidad antioxidante de *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, *13*(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_ arttext.

AVELLO, MARCIA, VALDIVIA, R., SANZANA, R., MONDACA, M. A., & MENNICKENT, S. 2009. Preservantes en productos cosméticos Extractos antioxidantes y antimicrobianos de *Aristotelia chilensis* y *Ugni molinae* y sus aplicaciones como preservantes en productos cosméticos. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, *8*(6), 479–486.

BRAUCH, J. E., BUCHWEITZ, M., SCHWEIGGERT, R. M., & CARLE, R. 2016. Detailed analyses of fresh and dried maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) berries and juice. *Food Chemistry*, *190*, 308–316. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.097.

BRAUCH, JOHANNA E., KRONER, M., SCHWEIGGERT, R. M., & CARLE, R. 2015. Studies into the Stability of 3- O -Glycosylated and 3,5- O -Diglycosylated Anthocyanins in Differently Purified Liquid and Dried Maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) Preparations during Storage and Thermal Treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *63*(39), 8705–8714. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03471.

BRIBIESCA-CRUZ, I., MORENO, D. A., GARCÍA-VIGUERA, C., GALLARDO, J. M., SEGURA-URIBE, J. J., PINTO-ALMAZÁN, R., & GUERRA-ARAIZA, C. 2019. Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) extract improves memory and decreases oxidative stress in male rat brain exposed to ozone. *Nutritional Neuroscience*, 1–13. https://doi.org/10.1080/1028415X.2019.1645438.

CÉSPEDES-ACUÑA, C. L., XIAO, J., WEI, Z.-J., CHEN, L., BASTIAS, J. M.,

AVILA, J. G., ALARCON-ENOS, J., WERNER-NAVARRETE, E., & KUBO, I. 2018. Antioxidant and anti-inflammatory effects of extracts from Maqui berry *Aristotelia chilensis* in human colon cancer cells. *Journal of Berry Research*, *8*(4), 275–296. https://doi.org/10.3233/JBR-180356.

CÉSPEDES, C., JAKUPOVIC, J., SILVA, M., & WATSON, W. 1990. Indole alkaloids from *Aristotelia chilensis*. *Phytochemistry*, *29*(4), 1354–1356.

CÉSPEDES, C. L., BALBONTIN, C., AVILA, J. G., DOMINGUEZ, M., ALARCON, J., PAZ, C., BURGOS, V., ORTIZ, L., PEÑALOZA-CASTRO, I., SEIGLER, D. S., & KUBO, I. 2017a. Inhibition on cholinesterase and tyrosinase by alkaloids and phenolics from *Aristotelia chilensis* leaves. *Food and Chemical Toxicology*, *109*, 984–995. https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.05.009.

CÉSPEDES, C. L., EL-HAFIDI, M., PAVON, N., & ALARCON, J. 2008. Antioxidant and cardioprotective activities of phenolic extracts from fruits of Chilean blackberry *Aristotelia chilensis* (*Elaeocarpaceae*), Maqui. *Food Chemistry*, *107*(2), 820–829. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.092.

CESPEDES, C. L., PAVON, N., DOMINGUEZ, M., ALARCON, J., BALBONTIN, C., KUBO, I., EL-HAFIDI, M., & AVILA, J. G. 2017b. The chilean superfruit black-berry *Aristotelia chilensis* (*Elaeocarpaceae*), Maqui as mediator in inflammation-associated disorders. *Food and Chemical Toxicology*, *108*, 438–450. https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.12.036.

CÉSPEDES, C. L., VALDEZ-MORALES, M., AVILA, J. G., EL-HAFIDI, M., ALARCÓN, J., & PAREDES-LÓPEZ, O. 2010c. Phytochemical profile and the antioxidant activity of Chilean wild black-berry fruits, *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz (*Elaeocarpaceae*). *Food Chemistry*, *119*(3), 886–895. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.045.

CÉSPEDES, C, JAKUPOVIC, J., SILVA, M., & TSICHRITZIS, F. 1993. A quinoline alkaloid from *Aristotelia chilensis*. *Phytochemistry*, *34*(3),

881–882.

CÉSPEDES, CL, ALARCÓN, J., AVILA, J. G., & EL-HAFIDI, M. 2010a. Anti-inflammatory, Antioedema and Gastroprotective Activities of *Aristotelia chilensis* Extracts, Part 2. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(6), 432–439. file:///C:/Users/Carolina/Documents/Downloads/Anti-inflammatory, Antioedema and Gastroprotective Activities of *Aristotelia chilensis Extracts, Par.pdf*.

CÉSPEDES, CL, ALARCÓN, J., AVILA, J., & NIETO, A. 2010b. Anti-inflammatory Activity of *Aristotelia chilensis* Mol. (Stuntz) (*Elaeocarpaceae*). *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(2), 127–135. file:///C:/Users/Carolina/Documents/Downloads/Anti-inflammatory Activity of *Aristotelia chilensis* Mol. (Stuntz) (*Elaeocarpaceae*).pdf.

CIFUENTES, F., PALACIOS, J., PAREDES, A., NWOKOCHA, C., & PAZ, C. 2018. 8-Oxo-9-Dihydromakomakine Isolated from *Aristotelia chilensis* Induces Vasodilation in Rat Aorta: Role of the Extracellular Calcium Influx. *Molecules*, *23*(11), 3050. https://doi.org/10.3390/molecules23113050.

DAMASCOS, M., ARRIBERE, M., SVRIZ, M., & BRAN, D. 2008. Fruit Mineral Contents of Six Wild Species of the North Andean Patagonia, Argentina. Biological Trace Element Research, 125, 72–80. http://download.springer.com.ezproxy.puc.cl/static/pdf/586/art%3A10.1007%2Fs12011-008-8159y.pdf?auth66=1394985159_dd0c51fa5776dfb2 63d72a69f5556eac&ext=.pdf.

DELPORTE, C. 2006. Determinación de las actividades anti-inflamatorias, analgésicas, antioxidantes y antimicrobianas de las hojas de *Aristotelia chilensis* (MAQUI). Identificación de los compuestos activos. *Resúmenes Del Primer Simposio Internacional de Plantas Medicinales y Aromáticas: Materia*

Primas, Puntos Críticos y Rol de Las Universidades. Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, *5*, 135–136. http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/5457272.pdf.

ESCRIBANO-BAILÓN, M. T., ALCALDE-EON, C., MUÑOZ, O., RIVAS-GONZALO, J. C., & SANTOS-BUELGA, C. 2006. Anthocyanins in berries of Maqui [*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz]. *Phytochemical Analysis*, *17*(1), 8–14. https://doi.org/10.1002/pca.872.

FREDES, C., & MONTENEGRO, G. 2013. Chilean plants as a source of polyphenols. In *Natural Antioxidants and Biocides from Wild Medicinal Plants*.

FREDES, C., MONTENEGRO, G., ZOFFOLI, J. P., SANTANDER, F., & ROBERT, P. 2014b. Comparison of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of polyphenol-rich fruits grown in Chile. *Ciencia e Investigacion Agraria*, *41*(1). https://doi.org/10.4067/S0718-16202014000100005.

FREDES, C., PARADA, A., SALINAS, J., & ROBERT, P. 2020. Phytochemicals and traditional use of two southernmost chilean berry fruits: Murta (*Ugni molinae* Turcz) and calafate (*Berberis buxifolia* Lam.). *Foods*, *9*(1). https://doi.org/10.3390/foods9010054.

FREDES, C., & ROBERT, P. 2017. Maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). In *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health: Second Edition* (Vol. 2). https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch56.

FREDES, CAROLINA, BECERRA, C., PARADA, J., & ROBERT, P. 2018a. The Microencapsulation of Maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) Juice by Spray-Drying and Freeze-Drying Produces Powders with Similar Anthocyanin Stability and Bioaccessibility. *Molecules*, *23*(5), 1227. https://doi.org/10.3390/molecules23051227.

FREDES, CAROLINA, MONTENEGRO, G., ZOFFOLI, J. P., GÓMEZ, M., & ROBERT, P. 2012. Polyphenol content and antioxidant activity of maqui (*Aristotelia chilensis* Molina Stuntz) during fruit development and maturation in Central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, *72*(4), 582–589. https://doi.org/10.4067/S0718-58392012000400019.

FREDES, CAROLINA, OSORIO, M. J., PARADA, J., & ROBERT, P. 2018b. Stability and bioaccessibility of anthocyanins from maqui (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) juice microparticles. *LWT*, *91*, 549–556. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.090.

FREDES, CAROLINA, & ROBERT, P. 2014. The powerful colour of the maqui (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) fruit. *Journal of Berry Research*, *4*(4), 175–182. https://doi.org/10.3233/JBR-140082.

FREDES, CAROLINA, YOUSEF, G. G., ROBERT, P., GRACE, M. H., LILA, M. A., GÓMEZ, M., GEBAUER, M., & MONTENEGRO, G. 2014a. Anthocyanin profiling of wild maqui berries (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) from different geographical regions in Chile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *94*(13), 2639–2648. https://doi.org/10.1002/jsfa.6602.

FUENTES, O, FUENTES, M., BADILLA, S., & TRONCOSO, F. 2013. Maqui (*Aristotelia chilensis*) and rutin (quercetin-3-O-rutinoside) protects against the functional impairment of the endothelium-dependent vasorelaxation caused by a reduction of nitric oxide availability in diabetes. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, *12*(3), 220–229.

FUENTES, OSCAR, CÉSPEDES, C., & SEPÚLVEDA, R. 2015. *Aristotelia chilensis*, rutin and quercetin amielorates acute vascular endothelial dysfunction in rat thoracic aorta exposed to oxidative stress. *Boletin Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, *14*(1), 11–20.

GARRIDO MAKINISTIAN, F., SETTE, P., GALLO, L., BUCALÁ, V., & SALVATORI, D. 2019. Optimized aqueous extracts of maqui (*Aristotelia chilensis*) suitable for powder production. *Journal of*

Food Science and Technology, *56*(7), 3553–3560. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03840-4.

GIRONÉS-VILAPLANA, A., MENA, P., GARCÍA-VIGUERA, C., & MORENO, D. A. 2012a. A novel beverage rich in antioxidant phenolics: Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and lemon juice. *LWT*, *47*(2), 279–286. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.020.

GIRONÉS-VILAPLANA, A., MENA, P., MORENO, D. A., & GARCÍA-VIGUERA, C. 2014. Evaluation of sensorial, phytochemical and biological properties of new isotonic beverages enriched with lemon and berries during shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *94*(6), 1090–1100. https://doi.org/10.1002/jsfa.6370.

GIRONÉS-VILAPLANA, A., VALENTÃO, P., MORENO, D. A., FERRERES, F., GARCIA-VIGUERA, C., & ANDRADE, P. B. 2012b. New Beverages of Lemon Juice Enriched with the Exotic Berries Maqui, Açaı, and Blackthorn: Bioactive Components and in Vitro Biological Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(26), 6571–6580. https://doi.org/10.1021/jf300873k.

GIRONÉS-VILAPLANA, A., VILLAÑO, D., MORENO, D. A, & GARCÍA-VIGUERA, C. 2013. New isotonic drinks with antioxidant and biological capacities from berries (maqui, açaí and blackthorn) and lemon juice. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *64*(7), 897–906. https://doi.org/10.3109/09637486.2013.809406.

GONZÁLEZ, B., VOGEL, H., RAZMILIC, I., & WOLFRAM, E. 2015. Polyphenol, anthocyanin and antioxidant content in different parts of maqui fruits (*Aristotelia chilensis*) during ripening and conservation treatments after harvest. *Industrial Crops and Products*, *76*, 158–165. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.038.

GUERRERO, J., CIAMPI, L., CASTILLA, A., MEDEL, F., SCHALCHLI, H., HORMAZABAL, E., BENSCH, E., & ALBERDI, M. 2010. Antoxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and

cultivated berries in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, *70*(4), 537–544.

LEE, J., DURST, R. W., & WROLSTAD, R. E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, *88*(5), 1269–1278. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16385975.

LIU, R. 2004. Nutrition , and Cancer Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention : Mechanism of Action 1. *The Journal of Nutrition*, 3479S-3485S.

LOHACHOOMPOL, V., MULHOLLAND, M., SRZEDNICKI, G., & CRASKE, J. 2008. Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries. *Food Chemistry*, *111*(1), 249–254. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.067.

LÓPEZ DE DICASTILLO, C., LÓPEZ-CARBALLO, G., GAVARA, R., MURIEL GALET, V., GUARDA, A., & GALOTTO, M. J. 2019. Improving polyphenolic thermal stability of *Aristotelia Chilensis* fruit extract by encapsulation within electrospun cyclodextrin capsules. *Journal of Food Processing and Preservation*, *43*(8), 1–11. https://doi.org/10.1111/jfpp.14044.

MIRANDA-ROTTMANN, S., ASPILLAGA, A. A., PÉREZ, D. D., VASQUEZ, L., MARTINEZ, A. L., & LEIGHTON, F. 2002. Juice and phenolic fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation in vitro and protect human endothelial cells against oxidative stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(26), 7542–7547. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12475268.

MØLGAARD, P., HOLLER, J. G., ASAR, B., LIBERNA, I., ROSENBÆK, L. B., JEBJERG, C. P., JØRGENSEN, L., LAURITZEN, J., GUZMAN, A., ADSERSEN, A., & SIMONSEN, H. T. 2011. Antimicrobial evaluation of Huilliche plant medicine used to treat wounds. *Journal of Ethnopharmacology*, *138*(1), 219–227. https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.09.006.

MOON, H. D., & KIM, B. H. 2020. Inhibitory effects of *Aristotelia chilensis* water extract on 2,4-Dinitrochlorobenzene induced atopic-like dermatitis in BALB/c Mice. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*, *38*(3), 190–199. https://doi.org/10.12932/AP-190418-0298.

MORENO, Y., DE YANCO, C., FREIRE, E., & BAGGIO, R. 2013. A polymorphic form of 4,4-Dimethyl-8-methylene-3-azabicyclo(3.3.1)non-2-en-2-yl 3-indolyl ketone, an indole alkaloid extracted from *Aristotelia chilensis* (Maqui). *Acta Crystallographica Section C-Crystal Structure Communications*, *69*, 1509. file:///C:/Users/Carolina/Documents/Downloads/Paper-A.chilensis-polymorfismo.pdf.

MUÑOZ, O., CHRISTEN, P., CRETTON, S., BACKHOUSE, N., TORRES, V., CORREA, O., COSTA, E., MIRANDA, H., & DELPORTE, C. 2011. Chemical study and anti-inflammatory, analgesic and antioxidant activities of the leaves of *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, Elaeocarpaceae. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *63*(6), 849–859. https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2011.01280.x.

NAKAMURA, S., TANAKA, J., IMADA, T., SHIMODA, H., & TSUBOTA, K. 2014. Delphinidin 3,5-O-diglucoside, a constituent of the maqui berry (*Aristotelia chilensis*) anthocyanin, restores tear secretion in a rat dry eye model. *Journal of Functional Foods*, *10*, 346–354. https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.06.027.

OJEDA, J., JARA, E., MOLINA, L., PARADA, F., BURGOS, R., HIDALGO, M., & HANCKE, J. 2011. Effects of *Aristotelia chilensis* berry juice on cyclooxygenase 2 expression, NF-kappa B, NFAT, ERK1/2 and PI3K/Akt activation in colon cancer cells. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, *10*(6), 543–552. file:///C:/Users/Carolina/Documents/Downloads/452-965-1-SM (1).pdf.

RODRÍGUEZ, K., AH-HEN, K. S., VEGA-GÁLVEZ, A., VÁSQUEZ, V.,

QUISPE-FUENTES, I., ROJAS, P., & LEMUS-MONDACA, R. 2016. Changes in bioactive components and antioxidant capacity of maqui, *Aristotelia chilensis* [Mol] Stuntz, berries during drying. *LWT - Food Science and Technology*, *65*, 537–542. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.050.

RODRÍGUEZ, R., MATHEI, O., & QUEZADA, M. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Editorial Universitaria de Concepción.

ROJO, L. E., RIBNICKY, D., LOGENDRA, S., POULEV, A., ROJAS-SILVA, P., KUHN, P., DORN, R., GRACE, M. H., LILA, M. A., & RASKIN, I. 2012. In vitro and in vivo anti-diabetic effects of anthocyanins from Maqui Berry (*Aristotelia chilensis*). *Food Chemistry*, *131*(2), 387–396. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.066.

ROMERO-GONZÁLEZ, J., SHUN AH-HEN, K., LEMUS-MONDACA, R., & MUÑOZ-FARIÑA, O. 2020. Total phenolics, anthocyanin profile and antioxidant activity of maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, berries extract in freeze-dried polysaccharides microcapsules. *Food Chemistry*, *313*, 126115. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126115.

RUBILAR, M., JARA, C., POO, Y., ACEVEDO, F., GUTIERREZ, C., SINEIRO, J., & SHENE, C. 2011. Extracts of Maqui (*Aristotelia chilensis*) and Murta (Ugni molinae Turcz.): Sources of Antioxidant Compounds and a-Glucosidase/a-Amylase Inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(5), 1630–1637. https://doi.org/10.1021/jf103461k.

RUIZ, A., HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I., MARDONES, C., VERGARA, C., HERLITZ, E., VEGA, M., DORAU, C., WINTERHALTER, P., & VON BAER, D. 2010. Polyphenols and Antioxidant Activity of Calafate (*Berberis microphylla*) Fruits and Other Native Berries from Southern Chile. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *58*(10), 6081–6089. https://doi.org/10.1021/jf100173x.

SANDOVAL, V., FEMENIAS, A., MARTÍNEZ-GARZA, Ú., SANZ-LAMORA, H., CASTAGNINI, J., QUIFER-RADA, P., LAMUELA-RAVENTÓS, R., MARRERO, P., HARO, D., & RELAT, J. 2019. Lyophilized Maqui

(Aristotelia chilensis) Berry Induces Browning in the Subcutaneous White Adipose Tissue and Ameliorates the Insulin Resistance in High Fat Diet-Induced Obese Mice. *Antioxidants*, *8*(9), 360. https://doi.org/10.3390/antiox8090360.

SCALZO, J., POLITI, A., PELLEGRINI, N., MEZZETTI, B., & BATTINO, M. 2005. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *21*(2), 207–213. https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.03.025.

SCHRECKINGER, M. E., WANG, J., YOUSEF, G., LILA, M. A., & GONZALEZ DE MEJIA, E. 2010. Antioxidant capacity and in vitro inhibition of adipogenesis and inflammation by phenolic extracts of *Vaccinium floribundum* and *Aristotelia chilensis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *58*(16), 8966–8976. https://doi.org/10.1021/jf100975m.

SILVA, M., BITTNER, M., CESPEDES, C., & JAKUPOVIC, J. 1997. The alkaloids of the genus Aristotelia. *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz. *Boletín de La Sociedad Chilena de Química*, *42*(1), 39–47.

SPEISKY, H., LÓPEZ-ALARCÓN, C., GÓMEZ, M., FUENTES, J., & SANDOVAL-VICUÑA, C. 2012. First web-based database on total phenolics and Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of fruits produced and consumed within the South Andes Region of South America. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*, 8851–8859. http://pubs.acs.org.ezproxy.puc.cl/doi/pdf/10.1021/jf205167k.

SPEISKY, H., PEÑA, A., GÓMEZ, M., FREDES, C., HURTADO, M., GOTTELAND, M., & BRUNSER, O. 2008. Antioxidants in chilean berries. In *Acta Horticulturae* (Vol. 777). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008. 777.74.

TANAKA, J., KADEKARU, T., OGAWA, K., HITOE, S., SHIMODA, H., & HARA, H. 2013. Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and the constituent delphinidin glycoside inhibit photoreceptor cell death induced by visible light. *Food Chemistry*, *139*, 129–137.

http://ac.els-cdn.com.ezproxy.puc.cl/S0308814613000605/1-s2.0-S0308814613000605-main.pdf?_tid=529c5b28-ab7f-11e3-999e-00000aab0f27&acdnat=1394805088_f969649e319f2d65daf7fe5759577337.

TERM, T. H. E. 1994. Secondary Metabolites and Plant Defense. In Taiz & Seiger (Eds.), *Plant Physiology* (pp. 283–308).

VÁZQUEZ-ESPINOSA, M., ESPADA-BELLIDO, E., DE PEREDO, A. V. G., FERREIRO-GONZÁLEZ, M., CARRERA, C., PALMA, M., BARROSO, C. G., & BARBERO, G. F. 2018. Optimization of microwave-assisted extraction for the recovery of bioactive compounds from the chilean superfruit (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). *Agronomy*, *8*(11), 1–15. https://doi.org/10.3390/agronomy8110240.

VÁZQUEZ-ESPINOSA, M., V. GONZÁLEZ DE PEREDO, A., FERREIRO-GONZÁLEZ, M., CARRERA, C., PALMA, M., F. BARBERO, G., & ESPADA-BELLIDO, E. 2019. Assessment of Ultrasound Assisted Extraction as an Alternative Method for the Extraction of Anthocyanins and Total Phenolic Compounds from Maqui Berries (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). *Agronomy*, *9*(3), 148. https://doi.org/10.3390/agronomy9030148.

VERGARA, D., ÁVILA, D., ESCOBAR, E., CARRASCO-POZO, C., SÁNCHEZ, A., & GOTTELAND, M. 2015. The intake of maqui (*Aristotelia chilensis*) berry extract normalizes H2O2 and IL-6 concentrations in exhaled breath condensate from healthy smokers - an explorative study. *Nutrition Journal*, *14*(1), 27. https://doi.org/10.1186/s12937-015-0008-1.

VIDAL J, L., AVELLO L, M., LOYOLA C, C., CAMPOS P, J., AQUEVEQUE M, P., R. DUNGAN, S., GALOTTO L, M., & GUARDA M, A. 2013. Microencapsulation of maqui (*Aristotelia chilensis* Molina Stuntz) leaf extracts to preserve and control antioxidant properties. *Chilean Journal of Agricultural Research*, *73*(1), 17–23. https://doi.org/10.4067/S0718-58392013000100003.

WATSON, W., NAGL, A., SILVA, M., CÉSPEDES, C., & JAKUPOVIC, J.

1989. A new indole alkaloid from *Aristotelia chilensis*. *Acta Crystallographica Section C Crystal Structure Communications*, *45*, 1322–1324.

CAPÍTULO 9



ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO DE MAQUI

Felipe Torti[34]

[34] PER Maule Alimenta, Talca, Chile. gerentepermaule@maulealimenta.cl



1. INTRODUCCIÓN

El estudio del cultivo de maqui ha atraído el interés de algunas Universidades y viveros productores de plantas. Esto debido a la importancia que ha adquirido del fruto en mercados extranjeros. A diferencia de otros productos que Chile exporta, el maqui se posiciona como la fruta con mayor capacidad antioxidante hasta el momento, lo cual abre muchas oportunidades para el desarrollo de la industria. Para incentivar el rubro en nuestro país es necesario tener certezas sobre los costos de inversión, y la proyección de rentabilidad del cultivo de maqui. En este sentido, el presente capítulo entrega información detallada sobre un análisis económico del cultivo de maqui, información que quedará disponible para los tomadores de decisiones que dispongan impulsar esta alternativa productiva.

2. ANTECEDENTES GENERALES

La evaluación económica de inversión en un huerto de maqui, bajo los supuestos de este proyecto diseñado para cosecha mecanizada, con los precios y costos de la temporada 2019 – 2020, dan una TIR de 14,7%, con un VAN de $4.467.003; indicadores que hacen factible económica y financieramente considerar la inversión en este frutal, bajo los planteamientos técnicos de invertir en una unidad de 6 hectáreas de maqui.

El riesgo del proyecto se asocia a aspectos técnicos similares a las que tiene cualquier otro frutal. En lo que respecta a las variables de ingresos y costos, el precio a proyectar para las próximas temporadas se hace relevante.

En esta evaluación se consideró un precio de frutos de $1.500/Kg, valor promedio pagado en las últimas tres temporadas. En cuanto a la proyección de demanda, la tendencia es al aumento, lo que viene dado por el creciente consumo de alimentos sanos, con aportes nutricionales, y que presentan unas demostradas propiedades funcionales, tal como es el caso del maqui.

Por otra parte, el requerimiento de mano de obra (68,9 Jorn-hombre/año) es bajo al comparar con otros frutales, esto principalmente por no tener labores altamente demandantes de trabajo como son el raleo y la cosecha manual, lo que transforma al cultivo de maqui, en una interesante alternativa productiva frente a la baja disponibilidad de mano de obra actual.

La inversión inicial (año 0), más los costos del año 1 y 2, en que no hay producción (o es mínima al año 2), es de $12,1 millones/ha, capital invertido que se recupera en el año 8, lo que estaría dentro de lo esperado en las inversiones frutícolas.

En la operación durante los años de plena producción (año 6 en adelante), se estima un rendimiento de frutos de 5.000 Kg/ha, y un margen neto de 3.343.298 $/ha, derivado de un costo unitario de 831$/Kg, el cual está bajo el precio de venta estimado de 1.500 $/Kg, lo que permite un atractivo margen de utilidad ante años con precios de venta inferiores al proyectado.

En la sensibilización para los años de plena producción, que se presenta en la ficha económica del maqui, se aprecia que solo en la condición de precio de venta menor o igual a 1.000 $/kg y rendimiento de 4.000 o menos kilos de frutos por hectárea, el margen neto se torna negativo en -157.102 $/ha. Ahora con precio de 2.000 $/Kg y producción de 6.000 Kg/ha, el margen neto sube a más de 7.840.298 $/ha.

Suponiendo un precio estable y sostenido de los frutos de 1.300 $/Kg, la TIR sería cercana al 10%, lo que aun hace factible la inversión. Es evidente la sensibilidad del proyecto ante las mejoras en el precio de venta, generando una alta rentabilidad cuando el precio está próximo a los 2.000 $/Kg, llegando a una TIR de casi un 25%. Considerando que se espera un incremento en el precio de los frutos de maqui, por ser un producto de alta demanda potencial debido a sus características funcionales, se confirma la factibilidad económica de plantar una unidad de 6 hectáreas de maqui como la evaluada en este proyecto.

A continuación, se detalla el análisis económico de un huerto de maqui.



Consideraciones generales:

- Plantación de una hectárea por año
- Densidad de plantación 1.905 pl/ha (3,5 x 1,5 m)
- Riego por goteo
- Plena producción de frutos al 6to año.
- Destino de los frutos: procesos industriales
- Cosecha: diciembre a enero.
- Tecnología media

Supuestos de la evaluación:

- Rendimiento de frutos: 5.000 Kg/ha
- Precio de venta de frutos: 1.500 $/Kg
- Costo jornada-hombre: 16.000 $/jor
- Costo jornada-hombre durante cosecha: 25.000 $/jor
- Tasa de interés mensual: 1,00%
- Financiamiento: 12 meses

Resumen contable:

- Ingreso por hectárea (e): $7.500.000
- Costos directos por hectárea (a+b+c): $3.118.501
- Costos totales por hectárea (a+b+c+d): $4.156.702
- Margen Bruto por hectárea (e-(a+b+c)): $4.381.499

- Margen neto por hectárea (e-(a+b+c+d): $3.343.298
- Costo Unitario producion um Kg de frutos: $831

Costos directos	Época	Cantidad	unidad	Precio ($/Un)	Valor ($)
Mano de obra (a)					
Fertirrigación y control de goteros	Octubre – Marzo	12,3 29,0	JH JH	16.000 16.000	196.800 484.001
Poda, desbrote y pintura protectora (inv-prim-ver)	Mayo – Nov Ago – Sep	5,0 8,2	JH JH	16.000 16.000	80.000 131.998
Ortofitia	Anual	8,0	JH	16.000	128.000
Aplicación de agroquímicos	Anual	2,0	JH	25.000	50.540
Control de malezas	Dic – Ene	4,3	JH	16.000	68.800
Cosecha mecanizada (apoyo)	Anual				
Otros					
Total mano de obra		**68,9**			**1.120.140**
Maquinaria (b)					
Aplicación Fitosanitarios y agroquímicos	Abril - Nov Anual	8,61 15,26	JM JM	22.000 22.000	189.523 335.698
Control Malezas con Rana	Inv-Prim-Ver	4,08	JM	22.000	89.761
Poda, desbrote y pintura protectora (inv-prim-ver)	Dic – Ene Anual	1,00 8,10	HÁ JM	275.916 22.000	275.916 178.180
Cosecha mecanizada y otros cosecha	Anual	2,88	JM	22.000	63.324
Mantención Maq. y equipos					
Transporte y fletes					
Total Maquinaria					**1.132.402**
Insumos (c)[2]					
Fertilizantes	Anual				141.038
Fungicidas	Sep - Abril				82.500
Insecticidas – Acaricidas	Sep - Abril				128.273
Herbicida	Anual				96900
Bioestimulantes abonos foliares	Sep – Ene Anual				251.250 17.500
Energía					
Total insumos					717.460
Total costos directos (a+b+c)					**2.970.001**
Imprevistos (sobre el total de costos directos)	Anual	5%	%		148.500
Costos indirectos (d)					

Ítem	Época	Cantidad	Unidad	Precio ($/Un)	Valor ($)
Costo financiero (tasa de interés) [4]	Anual	1%	%		178.200
Costo de arriendo o C. alternativo	Anual				700.000
Costo de administración	Anual				90.000
Impuestos y contribuciones	Anual				70.000
Total costos indirectos					**1.038.200**
Total costos (a+b+c+d)					**4.156.702**

Adicionalmente, en base a los datos anteriores, se presenta un análisis de sensibilidad para el rendimiento de frutos en Kg/ha y para el precio por kilo de frutos:

Análisis de sensibilidad [5] **Margen neto ($/ha)**			
Rendimiento (Kg/ha)	**Precio ($/Kg)**		
	$1.000	**$1.500**	**$2.000**
4.000	-$157.102	$1.843.298	$3.841.298
5.000	$842.798	$3.343.298	$5.840.798
6.000	$1.842.698	$4.843.298	$7.840.298

Costo Unitario ($/Kg) [6]			
Rendimiento (Kg/ha)	4.000	5.000	6.000
Costo Unitario ($/Kg)	**$1.039**	**$831**	**$693**

Notas:
(1) El precio del kilo de fruta de MAQUI corresponde al promedio estimado de la región a nivel predial durante el periodo de cosecha en la temporada en el 2020
(4) 1,0% mensual simple, tasa de interés promedio de las empresas distribuidoras de insumos
(5) Margen neto corresponde a ingresos totales (precio venta x rendimiento) menos los costos totales.
(6) Representa el precio de venta mínima para cubrir los costos totales de producción.

Para terminar, se presenta una evaluación económica a 15 años con cálculo de TIR y VAN.

EVALUACIÓN ECONÓMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 – VII REGIÓN (PESOS $)																
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS ($)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos/Ha	Kg	1,0	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Kilos superficie Total	Kg	1,00	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Precio $/Kg	**$**		**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**	**1.500**
INGRESOS	**$**		**1.050.000**	**3.000.000**	**4.500.000**	**6.000.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**	**7.500.000**
Inversión inicial	8.536.505															
Costos directos de operación		597.288	1.151.056	1.611.652	2.112.226	2.662.795	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5%total C. Directos)		29.864	57.553	80.583	105.611	133.140	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500
Costos de administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costo financiero (tasa de interés)[4]		35.858	64.930	89.112	115.392	144.297	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo o C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	**8.536.505**	**1.523.010**	**2.133.539**	**2.641.347**	**3.193.229**	**3.800.231**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**	**4.156.702**
MARGEN OPERACIONAL	**-8.536.505**	**-1.523.010**	**-1.083.539**	**358.653**	**1.306.771**	**2.199.769**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**	**3.343.298**
Flujo acumulado		**-10.059.515**	**-11.143.054**	**-10.784.401**	**-9.477.630**	**-7.277.861**	**-3.934.562**	**-591.264**	**2.752.034**	**6.095.333**	**9.438.631**	**12.781.930**	**16.125.228**	**19.468.526**	**22.811.825**	**26.155.123**

Indicadores		
Van Tir	$ %	$4.467.003 14,7%
Tasa de Descuento Inversión de la plantación Período de recuperación de la inversión	% $ años	10% $8.536.505 8,0

SUPUESTOS	*MAQUI*
Bloque plantación	6 ha
Superficie (Ha)	1,00
Dist. Plantación	3,5 x 1,5 mts
Densidad (plantas/ha)	1.905
Estructura	Estructura
% fruta a proceso	menor
Precio ($)	100%
Costo JH	$1.500
Costo JH período	$16.000
cosecha	$25.000
Costo /Kilo producido	$831
Tipo de Cambio $/US D	$750
Inversión inicial $	$8.536.505
Valor arriendo $	$700.000



CONCLUSIONES GENERALES

- El maqui es una especie endemica de los bosques de Chile y Argentina. En nuestro país es considerado como un PFNM de importancia para las comunidades rurales tanto para el autoconsumo como para su comercialización.

- En Chile los macales cubren una superficie de aproximadamente 170.000 hectáreas, distribuidas desde el Limarí hasta la Región de Aysén, tanto en el Valle Central como en ambas Cordilleras.



- El género *Aristotelia* agrupa a 8 especies de árboles y arbustos de la familia *Elaeocarpaceae* con más de 670 especies reconocidas en el mundo.

- El maqui es considerado una especie dioica, pues presenta individuos con flores femeninas e individuos con flores masculinas en distintos pies.

- Las intervenciones silvícolas de raleo y poda demustran efectos positivos en la fructificación del maqui. Los resultados muestran que las intervenciones más apropiadas dependen de la cobertura del rodal. En formaciones más abiertas, es recomendable una extracción moderada de 30% del área basal, lo que permitió una producción media de frutos de 27,8 Kg/ha. En formaciones con mayor cobertura, se recomienda ralear en forma más intensa (60% del AB) sin efectuar poda, con lo que se obtuvo una producción media de frutos de 44,8 Kg/ha.



- Maqui es una especie vegetal que es posible multiplicar de forma sexual y asexual. Para la propagación por semillas es recomendable un pre-tratamiento en agua y posterior aplicación de ácido giberélico. Mientras que para la propagación vegetativa se utilizan hormonas de enraizamiento (ácido indolbutírico – AIB en concentraciones de 2.000 ppm).

- En Chile se cosechan cerca de 1.000 toneladas de maqui al año, de este volumen, alrededor de 800 toneladas se cosechan entre las regiones del Biobío y Los Lagos y el 20% restante se colecta en la Región de Aysén, principalmente en la comuna de Aysén.

- Entre las regiones de Valparaíso hasta Magallanes existen viveros con capacidades de producir plantas de maqui.

- En la Región de Aysén existen 56.221 ha de maqui, que representan el 33% de la superficie nacional, sin embargo, solo el 98% de esta superficie se encuentra protegida dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE).

- Si bien la recolección y comercialización de frutos de maqui cuenta con una enorme perspectiva de crecimiento y beneficios para la comunidad, esta actividad debe ser desarrollada considerando las restricciones fisiográficas de los sitios.

- Los Planes de Manejo de recolección de maqui séran una herramienta eficaz, que recogerán estos principios para asegurar preservar la estabilidad del hábitat y conservar a las especies asociadas.

- La domesticación del maqui permite detener la sobreexplotación y destrucción de un recurso forestal nativo, y a la vez incrementar la rentabilidad de su cultivo a través de la mejora genética, que permita obtener frutos de calidad estandarizada, origen trazable y una mayor productividad.

- Herramientas tecnológicas y de transferencia (como los GTT, Grupos de Transferencia Tecnológica) del proceso de Domesticación de Maqui, permitirán que grupos asociados de recolectores adquieran interés por incorporarse al uso sustentable y más productivo del recurso.

- Por desconocimiento o falta de apoyo tecnológico, los pequeños y medianos propietarios de tierras y bosques, las organizaciones de la agricultura familiar campesina y las comunidades mapuches, hasta el momento no evidencian una participación importante en el negocio del cultivo del maqui. No obstante, constituyen un grupo que, al igual que los recolectores, se beneficiarían de este tipo de iniciativas, presentando la ventaja adicional de ser propietarios de terrenos, lo cual les brinda la posibilidad de iniciar un emprendimiento comercial por medio de

la instalación de huertos frutales, obteniendo de esta forma mayores rendimientos y control sobre la calidad del fruto.

- La existencia de huertos productores de frutos de maqui también beneficiará a las empresas procesadoras, comercializadoras y exportadoras, las que podrán aumentar los volúmenes de producción, ampliar su negocio y acceder a nuevos mercados con una oferta creciente de materia prima de mejor calidad, segura y estable. De esta manera la masificación de la domesticación de maqui a través del establecimiento de huertos frutales beneficia a cada sector de la cadena de valor asociada actualmente al negocio.

- Los primeros en utilizar maqui fueron los pueblos originarios, quienes utilizaban su fruto, hojas, corteza y madera, siendo la alimentación y el uso medicinal los más importantes.

- Si bien maqui es elaborado a nivel nacional en diferentes formatos, la mayor proporción de productos nutraceuticos vienen desde exterior. Esto se debe a que nuestro pais exporta mayormente commoditys en este PFNM.

- La madera de maqui es muy blanda por lo que no presenta aplicaciones técnicas de importancia, sin embargo, es utilizada en artesanía popular y en la fabricación de algunas varas y molduras.

- Los últimos reportes sobre el Estado de Conservación (UICN) de *Aristotelia chilensis* en Chile, indica en que no está contenida en ninguna de las categorías de conservación vigentes, por lo que, por ahora, su estado de conservación no está amenazado.

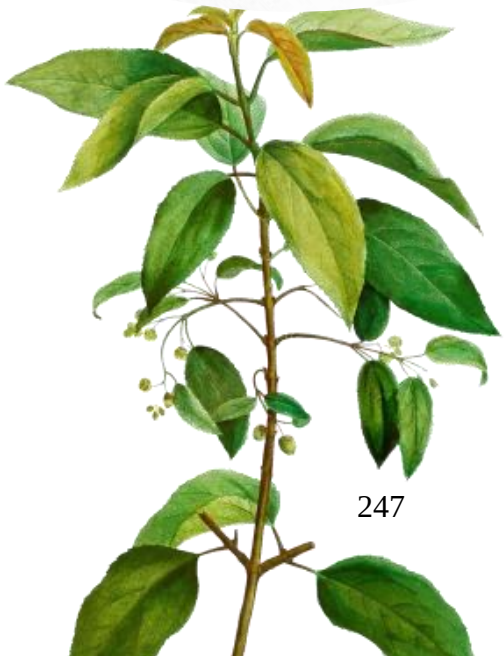
- El Ministerio de Salud en su Resolución Exenta N°548, aprueba el listado de medicamentos herbarios tradicionales; incluye 103 especies o "medicamentos tradicionales", entre ellos el maqui, reconociendo efectos positivos para el tratamiento de molestias internas, como diarreas, disenterías (trastorno infeccioso con diarrea sanguinolenta) y empacho (diarrea con decaimiento, fiebre y depresión del glóbulo ocular).

- Durante la temporada 2012 y 2019 se han exportado 1.475 toneladas de frutos de maqui, lo que equivale a un valor total de US$27,8 millones FOB. El precio promedio de exportación de los frutos de maqui (año 2019) alcanzó a US$13.583 por tonelada y el principal destino de la misma temporada fue Estados Unidos.

- El maqui, a pesar de ser un producto conocido a nivel nacional, no posee un consumo masivo. El consumo interno de maqui es marginal en comparación con lo exportado, vinculado principalmente a mermeladas, helados y otros brebajes de carácter popular.

- La cadena de comercialización del maqui reconoce a recolectores, intermediarios y exportadoras.

- El conocimiento científico del maqui es mucho más extenso en comparación con otros frutos nativos de Chile como la murta y calafate. Los avances en el estudio de la composición nutricional del fruto de maqui, la identificación de fitoquímicos, la validación del uso tradicional y la actividad biológica de ciertos fitoquímicos indican que el maqui es una fuente promisoria de compuestos antioxidantes, antimicrobianos y vasodilatadores naturales con potencial nutracéutico. La nueva evidencia destaca el papel principal de las antocianinas en la actividad antioxidante, antiinflamatoria y antidiabética del fruto de maqui.



EDITORES

Jaime Salinas S., Licenciado en Ciencias Forestales, Ingeniero Forestal de la Universidad de La Frontera en Temuco. Diplomado en Innovación y Emprendimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María. Con 10 años de trabajo en INFOR Sede Patagonia, siendo Investigador ha trabajado y liderado proyectos de PFNM, Agroforestería y Bosque nativo. Es revisor de revistas indexadas nacionales e internacionales. En la actualidad es Encargado Nacional de La Línea de Investigación de PFNM de INFOR.



Gonzalo Caballé, Ing. Forestal (U. de La Plata, Argentina) y Doctor en Ciencias Agropecuarias (U. de Buenos Aires, Argentina), miembro del Grupo de Ecología Forestal de la EEA Bariloche del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina), se ha especializado en Silvicultura y Diversificación Forestal, con más de 10 años en formulación y ejecución de proyectos de I&D. Ha iniciado hace 5 años el estudio y caracterización de poblaciones naturales de maqui en Argentina.





INFOR
INSTITUTO FORESTAL

Creando valor forestal para Chile

INSTITUTO FORESTAL

SEDE DIAGUITA Juan Georgini Runi 1507, La Serena. Fono (56-51) 2362600

SEDE METROPOLITANA Sucre 2397, Ñuñoa. Casilla 3085, Santiago. Fono (56-2) 23667100

SEDE BIOBÍO Camino Coronel Km . 7,5 Concepción. Casilla 109 C, Concepción. Fono (56-41) 2853260

SEDE VALDIVIA Fundo Teja Norte s/n, Valdivia. Casilla 385, Valdivia. Fono (56-63) 335200

SEDE PATAGONIA Camino Coyhaique Alto Km. 4, Coyhaique. Fono (56-67) 2262500

www.infor.cl
oirs@infor.cl