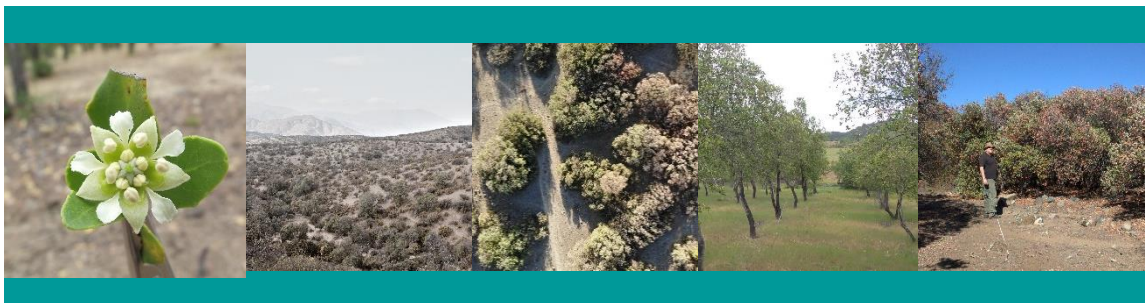


004/2018

Esquema de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283



004/2018

Esquema de plantaciones suplementarias de quillay
para aumentar los recursos florales e incentivar su
uso apícola en el marco de la Ley 20.283
financiado por

Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Investigador(a) Responsable

Gustavo Cruz M ¹, Doctor en recursos naturales

Co-investigador (es)

Patricio Tapia A², Ingeniero Forestal

Mario Gallardo P³, Ingeniero Agrónomo

Institución Patrocinante

Facultad de Ciencias Forestales y de la conservación de la Naturaleza,
Universidad de Chile

Enero, 2022

Santiago, Chile

¹ Departamento de Silvicultura y Conservación de la naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

² Departamento de Silvicultura y Conservación de la naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

³ Departamento de Silvicultura y Conservación de la naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Contenido.....	ii
Índice de Tablas.....	iii
Resumen	1
1. Introducción.....	4
2. Marco teórico	7
Antecedentes generales de quillay.....	7
3. Hipótesis	12
4. Objetivos.....	13
5. Metodología	14
Objetivo específico 1: Caracterizar bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.....	14
Objetivo específico 2: cuantificar producción de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay.	21
6. Resultados	24
Objetivo específico 1: Caracterizar bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.....	24
7. Discusión de resultados.....	59
<i>Objetivo específico 1: Caracterizar bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.....</i>	<i>59</i>
8. Conclusiones	64
9. Bibliografía	65
Anexos	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Esquema de clasificación de las formaciones vegetacionales con quillay según su potencial productivo y susceptibilidad a ser manejadas mediante plantaciones suplementarias con fines apícolas.....	17
Tabla 5.2. Sitios definidos para el levantamiento de información para caracterización dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementaria según región y provincia y coordenadas de ubicación.....	19
Tabla 6.1. Superficie de bosque esclerófilo con quillay (<i>Quillaja saponaria</i>) de uso productivo para la apicultura susceptible a ser manejado mediante plantación suplementaria en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins.	25
Tabla 6.2. Principales parámetros de floración en una plantación de <i>Q. saponaria</i> ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.....	35
Tabla 6.3. Proporción de árboles florecidos, número de flores por árbol y por hectárea de una plantación de <i>Q. saponaria</i> ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1. Ubicación de los sitios de muestreo dasométricos de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementaria.	20
Figura 6.1. Distribución de los bosques productivos para la apicultura susceptibles y no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria en la Región de Valparaíso.	27
Figura 6.2. Distribución de los bosques productivos para la apicultura susceptibles y no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria en la Región Metropolitana.	28
Figura 6.3. Distribución de los bosques productivos para la apicultura susceptibles y no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.	29
Figura 6.4. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Sta. Luisa del Tránsito (Región de Valparaíso, Cordillera de la Costa). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva de <i>Rt= Retanilla trinervia</i>	30
Figura 6.5. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Curacaví (Región Metropolitana, Cordillera de la Costa). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva <i>Rt= Retanilla trinervia</i> , <i>Co=Colliguaja odorífera</i>	31

Figura 6.6. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Río Clarillo (Región Metropolitana, Precordillera). En rojo se puede observar el crecimiento agrupado de <i>LC=Lithrea caustica</i>	32
Figura 6.7. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Trapenses (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Precordillera). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva <i>Rt= Retanilla trinervia</i>	33
Figura 6.8. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Cayru (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Cordillera de la Costa). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva <i>Rt= Retanilla trinervia</i> , <i>Co=Colliguaja odorífera</i>	34

RESUMEN

El Tipo Forestal Esclerófilo tiene una amplia distribución en Chile abarcando 1.643.340 ha, concentrándose mayoritariamente entre las regiones de Valparaíso y O'Higgins, donde en conjunto representan el 75,7 % de la superficie nacional del tipo. Estos bosques han sufrido un fuerte uso antrópico, lo que ha producido una pérdida de biodiversidad, estabilidad del ecosistema y potencial productivo. Una alternativa para aumentar la productividad económica de estos bosques, manteniendo al mismo tiempo los equilibrios ecológicos, y promoviendo su recuperación, la constituye el uso apícola de este. Este uso es complementario a otros usos del bosque nativo (leña, biomasa industrial, ganadería, frutos, hojas, etc.) y contribuye a su valoración y conservación. Sin embargo, en muchos casos el bosque esclerófilo se encuentra empobrecido en cuanto a la oferta de recursos florales para solventar su uso apícola. Entre las especies del bosque esclerófilo quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), es uno de los árboles nativos con mayor potencialidad económica de la zona semiárida y mediterránea de Chile central. Tradicionalmente se ha usado como combustible, artesanías, detergente y champú artesanal, uso silvopastoral, ornamental y medicinal. Recientemente está siendo usado para la obtención de saponina, las cuales tienen múltiples usos industriales. Sin embargo, es también una de las especies con mayor potencial apícola de este tipo forestal, debido a su abundancia y oportuna oferta de recursos florales para la alimentación de los apiarios y a las características de la miel que se obtiene de éste.

En este contexto el objetivo general este proyecto es proponer esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola en el mediano plazo, incentivando el manejo de estos bosques y su uso apícola en el marco de la Ley 20.283. En particular se caracterizaron los bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie; se cuantificó la producción de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola, se estableció un módulo demostrativo con esquemas de manejo con plantaciones suplementarias en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados para la producción apícola, calculándose el costo de estas actividades silvícolas para determinar su concordancia y aplicación según lo establecido en la Tabla de valores del Fondo de Conservación Recuperación y Manejo del Bosque Nativo. Además, se proyectó el crecimiento de la plantación suplementaria, así como la oferta de recursos florales de uso apícola en el mediano plazo.

Los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantación suplementaria alcanzan una extensión total de 352.348,7 ha, lo cual equivale al 28,3 % del total del bosque esclerófilo presente en las tres regiones estudiadas. Esta cifra indicaría una alta potencialidad de aplicar los incentivos contenidos en la Ley 20.283 dentro de estas regiones, así como también focalizar la aplicación de estos incentivos, contribuyendo a mejorar la efectividad y eficacia de la normativa técnico-legal contenida en esta ley. Estos bosques esclerófilos con presencia de quillay presentan como especies acompañantes más relevantes a *Acacia caven*, *Peumus boldus*, *Lithrea caustica*, las cuales aportan a la producción apícola. Además, presentan una estructura degradada con una escasa o nula regeneración por semilla, lo cual indicaría que la plantación suplementaria es una buena opción de intervención para mejorar la productividad de estos bosques e incentivar su recuperación.

Q. saponaria es una especie con un alto potencial melífero, considerando factores como la oportunidad de su floración, su secreción de néctar por flor, concentración de azúcar en el néctar y alta proporción de individuos que florecen cada año. Los individuos de la plantación alcanzan una producción potencial de miel media de 13,5 g/árbol con un máximo 23,2 g/árbol (2008) y un mínimo de 0,5 g/árbol (2019). Sin embargo, presenta una alta variabilidad temporal (entre años) en la producción potencial de miel mostrando una tendencia a una disminución en los últimos años. El monto de la producción potencial de miel en las especies acompañantes de *Q. saponaria* indicarían que existe una potencialidad apícola de estas especies, presentando una oportunidad de floración relevante, altas secreciones de néctar y altas concentraciones de azúcar en el néctar. Estas distribuyen sus periodos de floración entre los meses de agosto a diciembre de forma continua, presentando ligeros traslapes, esto permitiría una oferta de recursos florales constante, tanto para el adecuado desarrollo de la colmena, como para la producción apícola. Respecto a la producción de polen *A. caven* registró el peso seco de polen más alto (90,1 gr/árbol), le siguen en orden de magnitud *P. boldus*, *L. caustica* y *Q. saponaria* con 54,9, 30,6 y 18,8 g/árbol, respectivamente.

Para las plantaciones suplementarias se propone un diseño modificado de plantación en grupos, constituidos por colectivos conformados por agrupaciones de plantas establecidas entorno a micrositios. Este esquema permite establecer los grupos de árboles (en total 110 o 330 plantas/ha) en micrositios con condiciones favorables disminuyendo el riesgo de mortalidad por herbivoría, daños por viento o desecamiento estival. En la plantación se ensayaron dos tipos de obras de mejoramiento del sitio de plantación: Zanja

individual de plantación y Pozo seco de infiltración de piedra, además de un testigo sin obras asociadas a la casilla de plantación. Los costos básicos asociados a la plantación suplementaria por gestión propia ascienden a 6,46 UTM/ha. Estos consideran sólo la mano de obra, plantas, insumos necesarios para la plantación, gastos generales e imprevistos. Estos costos en relación al subsidio estatal estipulado en la Tabla de valores actividades de la Ley N° 20.283 (año 2020) representan el 129% del subsidio estatal para una plantación suplementaria para producción no maderera (bonifican 5 UTM/ha) y 65 % de aquel para recuperar bosques nativos para fines de producción maderera respectivamente (10 UTM/ha). Esto indicaría que el subsidio no permitiría financiar completamente una plantación con fines de producción maderera. Sin embargo, para el éxito de la plantación suplementaria en particular en condiciones ambientales de déficit hídrico se deben considerar técnicas o medidas de protección y/ mejoramiento de las condiciones del sitio de plantación, las cuales incrementan sensiblemente los costos de plantación, los cuales pueden incrementarse entre un 27 y 72% para las zanjales de infiltración y las protecciones individuales contra lagomorfos, respectivamente.

Los datos de la plantación proyectados mediante modelo 3-PG indican que la plantación en 5 años alcanzaría un diámetro medio de 6,4 cm, un área basal de 1,6 m²/ha y una producción potencial de miel cercana a los 0,1 Kg/ha. A los 10 años la plantación alcanzaría los 13,7 cm de diámetro, con un área basal de 7,1 m²/ha, con una producción potencial de miel de 1,4 kg por hectárea. Finalmente, a los 20 años la plantación alcanzaría los 17,6 cm de diámetro, con un área basal de 17,6 m²/ha, con una producción potencial de miel de 3,2 kg por hectárea. Si se considera que la producción del bosque nativo en que inserta la plantación suplementaria se adicionaría al menos a 4,4 kg/ha (*P. boldus*= 3,2 kg/ha y *Q. saponaria* 1,3 kg/ha), lo que significaría un incremento en un 72,7% de la producción potencial de miel en un plazo de 20 años.

Los resultados son difundidos a profesionales y productores mediante un manual práctico con la aplicación de esquemas de manejo para plantaciones suplementarias en bosques esclerófilos. Además, mediante metodologías participativas se elaboró un manual de uso apícola que considera en su concepción la visión y necesidades de los apicultores.

1. Introducción

El Tipo Forestal esclerófilo tiene una amplia distribución en Chile abarcando 1.643.340 ha. Su distribución se concentra mayoritariamente entre las regiones de Valparaíso y O'Higgins, donde en conjunto representan el 75,7% de la superficie nacional del tipo (CONAF 2021). Estos bosques han sufrido un fuerte uso antrópico, lo que ha producido una pérdida de biodiversidad, estabilidad del ecosistema y potencial productivo (Gajardo 1981, Fernández et al 2007).

La producción de miel, según lo establecido en la Ley 20.283 (2008) es considerada un producto forestal no maderero, y surge como una alternativa para aumentar la productividad económica sustentable de estos bosques, manteniendo los equilibrios ecológicos, promoviendo su recuperación mediante la preservación de la biodiversidad y la conservación de la flora endémica. Además, es complementaria a otros usos del bosque nativo (leña, biomasa industrial, ganadería, frutos, hojas, etc.) incentivando a los propietarios forestales, a conservar los bosques naturales, impidiendo, los incendios forestales, las cortas ilegales, su reemplazo por cultivos agrícolas y plantaciones de especies exóticas.

El conocimiento del bosque nativo y de la flora de importancia apícola asociada, es fundamental para la gestión apícola de un territorio, ya que constituye el recurso con que cuentan las abejas para alimentarse y producir. La flora apícola es la que define la alternativa productiva del productor (miel, cera, polen, jalea real, propóleos, etc.), y las restricciones en la cantidad y calidad del producto generado. Por otro lado, permite establecer pautas de manejo de las colmenas (alimentación suplementaria, incentivación, nucleado, etc.) de manera de optimizar el aprovechamiento de los recursos de una determinada área. Asimismo, brinda información para determinar la conveniencia y oportunidad para el traslado del apiario.

Dentro de las regiones donde se concentra el Tipo forestal esclerófilo se registra un 16,5% (1.723 productores) del total nacional de productores que en conjunto concentran el 46,5% (211.459 colmenas) del total nacional de colmenas según datos del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal (INE 2007). Quillay (*Quillaja saponaria*) Mol., es uno de los árboles nativos esclerófilo con mayor potencialidad económica de la zona mediterránea de Chile central (Cruz 2013). Su importancia económica radica en la alta concentración de saponinas de sus tejidos, que tienen múltiples usos industriales. Además, es una de las especies con mayor potencial apícola de este tipo forestal, debido a su abundancia y oportuna floración para la alimentación de las colmenas, participando en la composición de mieles multiflorales, uniflorales (Montenegro et al., 2003, 2008, 2010, 2013) y propóleos (Muñoz et al 2001, Barrientos et al 2013).

Si bien la Ley 20.283 (2008) y sus incentivos propende a un manejo sustentable del bosque esclerófilo y éste es tradicionalmente de interés para la apicultura, se estima que actualmente existe un desaprovechamiento de este recurso para el uso apícola por parte de los productores y falta de

información de los profesionales silvoagropecuarios del área de fomento. Esto debido a las siguientes razones:

Desconocimiento de esquemas silvícolas para aumentar el recurso melífero del bosque esclerófilo.

Una técnica silvícola que aumenta el recurso melífero en los bosques es la plantación suplementaria. Si bien esta actividad se encuentra bonificada por el Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo sustentable del bosque nativo (Ley Nº 20.283), no existen pautas para su aplicación con fines apícolas debido a la alta heterogeneidad de estos bosques. Por otro lado, se desconocen los distanciamientos óptimos para una adecuada producción melífera, así como también la respuesta a la liberación de individuos de quillay de sus competidores y su capacidad para incrementar la productividad apícola. La aplicación de técnicas silvícolas para la plantación suplementaria, tales como preparación de sitio, limpiezas, clareos, raleos y podas, permiten incrementar los recursos florales y por consiguiente los productos apícolas susceptibles de obtenerse. La competencia por recursos como luz y nutrientes en especies mediterráneas puede afectar la producción de flores, secreción de néctar y periodos de floración factores necesarios para una producción apícola. Experiencias en otros países indican que un manejo silvícola adecuado puede incrementar en calidad y cantidad los productos apícolas, es el caso de los bosques de *Robinia pseudoacacia* donde se hace conjuntamente un uso maderero y apícola, estimándose producciones aproximadas de 400 kg/ha de miel en bosques de 20 años (Keresztesis 1988).

Por otro lado, las técnicas silvícolas para la incorporación de plantaciones suplementarias con quillay para la producción apícola del bosque esclerófilo no se deben circunscribir sólo al manejo y potencialidad apícola de esta especie. Muchas de las especies del bosque esclerófilo juegan un rol directo o indirecto en la producción apícola. Por lo tanto, se debería manejar la vegetación natural preexistente, para facilitar su producción melífera, así como también asegurar el éxito de la plantación suplementaria. El desconocimiento de estas técnicas silvícolas por parte del productor y profesionales de los organismos de capacitación y fomento repercuten en una baja valoración del bosque esclerófilo y desaprovecha una posibilidad de ingreso predial.

Incertidumbre en la cuantificación de la capacidad apícola del recurso.

Cuantificar el potencial productivo de miel del bosque esclerófilo permite mejorar la gestión apícola, valorar el bosque y reducir la incertidumbre económica del productor. Si bien existen estudios sobre producción apícola en bosque esclerófilos con quillay (ver revisión bibliográfica), estos presentan una alta heterogeneidad en sus resultados, debido a que consideran bosques con distinta estructura. Además, abarcan como máximo dos periodos consecutivos de floración. Ambos factores hacen variar la producción de flores y la cantidad y calidad del néctar, afectando la producción de miel. Esto no permite extrapolar esta información para otros

bosques para tomar decisiones económicas. Aquí cobra valor, el poder realizar proyecciones de producción con series de datos de varios años que incluyan la variabilidad propia de estos bosques.

Bajo interés por postular a las bonificaciones para plantaciones suplementarias.

A pesar de que quillay presenta un alto potencial apícola, es ampliamente conocida por los apicultores y aun existiendo la posibilidad de bonificar las plantaciones suplementarias de esta especie (Ley Nº 20.283/2008), no existe gran interés por establecer plantaciones de la especie para incrementar el valor apícola de los bosques esclerófilos. Esto se ve reflejado en que solo se ha adjudicado 1 proyecto de 28 ha (2,8%) de 38 proyectos de manejo (965 ha) del Fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo entre las regiones Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins, durante los 8 años de implementación de la Ley 20.283 (CONAF 2017a). Se estima que la razón de este bajo interés radica principalmente en las siguientes situaciones:

- El monto de las bonificaciones por actividades de plantación suplementaria en la Tabla de Valores Actividades Ley Nº 20.283, sería insuficiente para solventar los costos de esta faena.
- No existen experiencias con esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias orientadas a mejorar el potencial apícola del bosque esclerófilo.
- La información sobre crecimiento, producción de néctar y de miel de la especie en plantaciones suplementarias para el bosque en su conjunto es inexistente para realizar evaluaciones económicas certeras, toda vez que estas plantaciones suplementarias serían vistas como una inversión.

Desconocimiento de la visión que tiene el apicultor de la flora melífera de su entorno y cómo este gestiona sus apiarios.

La apicultura en el bosque esclerófilo en Chile es una actividad tradicional, pero se desconoce cuál es la relación del apicultor con el bosque desde el punto de vista productivo. La sistematización de este conocimiento mediante metodologías participativas ayudaría a entender esta relación, lo que sumado a la experiencia científica permitiría proponer buenas prácticas que mejoren la productividad y calidad de los productos apícolas. En virtud de lo anterior, resulta necesario investigar, validar y difundir esquemas silvícolas para plantaciones suplementarias de quillay como una forma de enriquecer los bosque esclerófilos para su aprovechamiento apícola, que consideren la heterogeneidad de estos bosques debido a su degradación estructural y que se adapten de mejor manera a los montos de los subsidios y condiciones estipuladas en la normativa técnico-legal contenida en la Ley 20.283, de manera de aumentar el interés de los propietarios por el manejo silvícola de estos bosques con fines apícolas.

2. Marco teórico

Antecedentes generales de quillay

Distribución

Q. saponaria Mol. es un árbol que pertenece a la familia Quillajaceae (Bello et al 2007), que alcanza hasta 15 m de altura y diámetros no superiores a 1,0 m de DAP (Vita 1974, Donoso 2013). Presenta área de distribución natural que se extiende desde la Provincia de Limarí en la Región de Coquimbo hasta la Provincia de Malleco en la Región de la Araucanía y es uno de los árboles más abundantes del Bosque Esclerófilo (Rodríguez et al 1983, Gallardo y Gasto 1987, Rodríguez et al 2005, Rodríguez et al 2018).

Periodo de floración y descripción de la flor

Según Donoso y Cabello (1978) la especie florece desde diciembre a enero, en cambio Rodríguez et al. (2005) amplía el período entre los meses de octubre a enero, coincidiendo con el desarrollo de las colmenas de abejas que acumulan néctar y polen, participando en la composición de un gran número de mieles poliflorales, monoflorales (Montenegro et al, 2003, 2008, 2010, 2013) y propóleos (Muñoz et al 2001, Barrientos et al 2013).

Bello et al (2007), describe a las flores de quillay como organizadas en cimas o dicasios con una flor terminal rodeada por yemas de las flores laterales apretadas con sus propias brácteas en las ramas floríferas juveniles, la flor terminal está rodeada por varias yemas florales las cuales representan las flores terminales de sus respectivas ramas más tardías en su desarrollo. Las flores son pentámeras, con cáliz y corola actinomorfa, hermafroditas, los pétalos son libres, con márgenes ligeramente lobados blancos y con disco aplanado, grueso y carnoso. Díaz-Forestier et al (2016) describe el nectario de color verde, lobulado, completamente expuesto cuando la flor está abierta y se puede distinguir visualmente debido a su prominencia, brillo y ausencia de tricomas, a diferencia de los sépalos cercanos. La longevidad de la flor es variable. Díaz-Forestier et al (2009) en un bosque natural de la especie registró una duración de 15 días, en cambio Tapia (2014) registró una duración de entre $10 \pm 0,25$ días y $12 \pm 0,25$ días para la flor terminal y de entre $7,2 \pm 0,76$ días y $8 \pm 0,38$ días para las flores laterales que la rodean.

Requerimientos ecológicos de la especie

Clima: Se adapta a climas secos y áridos, pero también se encuentra en lugares frescos y húmedos, con presencia de nieves y heladas (Rodríguez et al 1983). En el extremo septentrional de distribución el clima se caracteriza por presentar 10 meses de sequía y 150 mm de precipitación, y en el extremo meridional presenta 3 meses de sequía y 1.500 mm anuales de precipitación (Estévez 1994). Sobre los 800 mm anuales de precipitación se observa que el quillay se encuentra preferentemente en laderas de exposición norte y en suelos de mayor sequedad. En cambio, con 300 mm de precipitación anual, se observa en laderas de exposición sur y con menos de 250 mm en llanos con aportes hídricos externos (Vita 1993).

Relieve: La especie se encuentra en altitudes desde los 100 msnm en la Cordillera de la Costa hasta los 1.500 msnm en la Cordillera de los Andes (Vita 1974), en ladera de exposición norte como de exposición sur (Estévez, 1994). En la Cordillera de la Costa se presenta solamente en pendientes hacia el interior del llano central y no en lugares expuestos directamente al mar (Vita 1974). Los sectores muy expuestos a vientos fuertes no son recomendables para la plantación de la especie.

Suelos: Crece bien en suelos degradados, con pendiente y asoleados (Estévez 1994), aunque su mayor desarrollo lo alcanza en suelos profundos y planos (Vita 1974). El suelo en que crece tiene un horizonte A bastante desarrollado y la profundidad efectiva del suelo es considerable. La textura del suelo es arcillosa, especialmente en el horizonte B para retener la humedad por mayor tiempo, no acepta excesos de agua y no se presenta en suelos lacustres orgánicos y arcillosos con mal drenaje o con exceso de salinidad (Vita 1993).

Importancia económica de la especie

Quillay es uno de los árboles nativos con mayor potencialidad económica de la zona semiárida y mediterránea de Chile central (Cruz 2013). Tradicionalmente se ha usado como combustible, artesanías, detergente y champú artesanal, apicultura, uso silvopastoral, ornamental y medicinal. Sin embargo, su importancia económica radica en la alta concentración de saponinas de sus tejidos. Estas tienen múltiples usos industriales en alimentación humana y animal, agricultura, cosmética, etc. (San Martín y Briones 1999, 2000, Cruz et al 2000, Cruz 2013). Además, quillay presenta un alto potencial melífero y aptitud para producir mieles diferenciadas (Montenegro et al, 2003, 2008, 2010, 2013).

Plantaciones suplementarias con quillay en el bosque esclerófilo

De acuerdo con la Ley 20.283, Plantación suplementaria es “aquella plantación bajo dosel o con protección arbórea lateral que se efectúa con especies nativas propias del lugar, o del mismo tipo forestal que hayan existido anteriormente en él, y que se realiza en forma complementaria a la regeneración natural, para mejorar la calidad del bosque nativo”. La plantación suplementaria, es usada en rehabilitación en áreas con disturbios moderados, donde la regeneración natural es insuficiente, además puede mejorar la conectividad entre bosques fragmentados (Weber et al 2011), recomendada como forma de restauración activa en el bosque esclerófilo en Chile (Armesto et al 2007). Lamb y Gilmour (2003) señalan que esta técnica tiene un costo directo bajo a medio, con una ganancia media de biodiversidad y un alto beneficio potencial de entrega de servicios ecológicos. Por el contrario, otros autores (Butterfield 1995, Keefe et al 2012) indican que el éxito económico de la plantación depende de la escala a la que se realice, ya que puede resultar costosa e ineficiente.

En Chile, actualmente no existen estudios específicos sobre plantaciones suplementarias con quillay. La mayoría de los estudios guardan relación con plantaciones de la especie. Estos estudios se centran en aspectos de

viverización y propagación (Donoso y Cabello 1978, Wiberg 1991, De la Fuente y Gaete 2001, Prehn et al 2003, Quiroz et al 2012, Ovalle y Arellano 2013, Vidal et al 2016, Espinoza 2017), técnicas de establecimiento (Prado 1979, Wrann e Infante 1988, Miralles 2001, Ezquerro 2003, Malfanti 2004, Vega y Prehn 2005, Gálvez 2006, Bonilla 2007, Quiroz et al 2011), fertilización y riego de establecimiento (Valenzuela 2007). Por otro lado, existen estudios (Quintana 2008) o iniciativas (Burschel 2016) que abordan la biomasa y el secuestro de carbono en el marco del cambio climático.

Las plantaciones de quillay han ido paulatinamente tomando importancia en el país, así entre los años 1998 y 2020 se han plantado alrededor de 1.576 ha (CONAF 2020), en forestación y reforestación asociadas principalmente a compensaciones ambientales. Las primeras plantaciones en su mayoría fueron establecidas en condiciones de secano, con tecnología precaria y sin una protección efectiva contra lagomorfos y ganado, lo que derivó bajos prendimientos (<50%) y escaso crecimiento en biomasa (0,1-0,2 t/ha/año). Solo recientemente, se han aplicado mejores tecnologías de establecimiento y riegos iniciales para asegurar el establecimiento de las plantaciones. Se estima que se pueden alcanzar sobrevivencias del 70% y triplicar el crecimiento anual medio en biomasa, alcanzando unas 1,45 t/ha/año (Bravo 2011).

Plantaciones con usos múltiples (que incluyen el apícola), son casi inexistentes y/o sólo se han abordado en forma bibliográfica (FIA 2013). Al respecto, Perret et al (2012) ensayaron la implementación de un huerto melífero a partir de una plantación mixta de especies nativas y exóticas en la Región de Coquimbo, la cual incluía quillay con preparación de sitio, fertilización y riego, registrando una supervivencia de la especie de un 9 %, con plantas con diámetros a la altura del cuello entre 0,42 y 0,58 cm y alturas entre 0,41 y 0,43 m.

Fenología floral y producción de néctar y polen

Fenología de la floración

La fenología, es el estudio de eventos biológicos periódicos tanto en animales como en vegetales y cómo estos son influidos por el ambiente (Schwartz 2013). La fenología de la floración se encuentra influenciada por factores genéticos (Koornneef et al 1998) y ambientales, dentro de los que destacan el fotoperiodo, temperatura y disponibilidad de agua (Bernier et al 1993).

Néctar

El néctar se compone principalmente de azúcares (específicamente sacarosa, glucosa y fructosa) y agua (Corbet 2003) y es secretado por los nectarios, estructuras que poseen tejidos especializados (Pacini et al 2003). La duración de la secreción puede ir de unas pocas horas a muchos días, raramente excediendo a la semana, variando desde menos de 1 µl a unos pocos mililitros.

La composición del néctar es influenciada por las condiciones ambientales del sitio donde la planta se desarrolla, pudiendo también regular la

presencia de compuestos fenólicos y ácido abscísico, entre otros compuestos de la miel (Montenegro et al 2013).

El volumen de néctar y su concentración dependen de condiciones externas como la temperatura (Petanidou y Smets 1996), humedad (Petanidou 2007), estrés hídrico y de nutrición (Shuel 1955, Zimmerman 1988 Zimmerman y Pyke 1986, Lee y Felker 1992, Wyatt et al, 1992, Campbell 1996, Petanidou y Smets 1996, Petanidou 1999) y características inherentes de la planta (e.g. estructura, morfología, volumen del nectario, etc.).

Polen

El polen corresponde a los microgametofitos masculinos de las plantas con semilla (Shuel 1992). En las plantas en floración, el polen es producido en la porción superior del estambre, la antera en cuatro sacos polínicos. El grano de polen presenta una cubierta resistente y según la especie, tiene distintos tamaños, diferentes tipos de aperturas, texturas y humedad (Hesse 2009).

El polen es la principal fuente de proteína para toda la población de la colmena y su concentración varía entre un 2 y un 60% (Weiner et al., 2010), además posee lípidos, azúcares, almidón, vitaminas del complejo B, K y E y minerales (Faegri y Van der Pijl 1979). La cantidad de polen que es transportada en la corbícula de una abeja melífera varía de 5 a 10 mg, con una capacidad de transporte aproximado de 50.000 a 1.000.000 granos de polen. Al igual que el néctar, el polen está presente en la flor solamente en ciertos períodos y su presencia se debe sincronizar con la del néctar, ya que este último es la principal fuente de atracción para los insectos (Faegri y Van der Pijl 1979).

La temperatura es uno de los factores ambientales que influyen en la producción de polen. Temperaturas muy bajas o demasiado altas, inhiben la producir polen a su máxima capacidad. También influye la humedad relativa, ya que, si la planta no dispone de recursos hídricos para su metabolismo, no logrará producir polen. Sin embargo, abundantes lluvias pueden saturar de humedad el ambiente y evitar que se produzca polen, e incluso una lluvia intensa y duradera pueda afectar la producción de polen (Jean-Prost y le Conte 2007).

Producción de miel y polen en plantaciones y bosques de quillay

Quillay es una especie que tradicionalmente se considera altamente productiva para la producción apícola. Sin embargo, existen pocos estudios sobre su potencial productivo de miel:

Gallardo (1993), en un bosque natural de quillay, con densidades entre 6 y 121 árboles/ha, estimó una producción potencial de miel de 349,7 g/árbol.

Cruz et al (2009), estudió la producción potencial de miel en un bosque natural y una plantación. En el bosque natural, con una densidad de 667 árboles/ha, estimó una producción potencial de miel de 694,3 g/árbol (24,1 kg/ha). En cambio, la plantación con una densidad de 1.120 árboles/ha, estimó una producción potencial de miel de 32,8 g/árbol (20,3 kg/ha).

Cruz (2009b), estudió la producción potencial de miel en un bosque natural y una plantación. En un bosque natural, con una densidad de 29 árboles/ha, estimó una producción potencial de miel de $19,1 \pm 8,6$ g/árbol ($101,9 \pm 51,3$ g/ha). En cambio, en la plantación, con una densidad de 1.019 árboles/ha, estimó una producción potencial de miel de $0,6 \pm 0,1$ g/árbol ($435 \pm 159,5$ g/ha).

Díaz-Forestier et al. (2009) en un bosque natural, estimó una producción potencial de 4,2 kg de miel por individuo.

Tapia (2014) en una plantación de la especie estimó producciones potenciales de miel de $34,0 \pm 2,6$ g/árbol (38 Kg/ha) y $8,1 \pm 1,18$ g/árbol (9 kg/ha) para dos años consecutivos de floración.

Los estudios presentan una alta heterogeneidad en sus resultados, ya que fueron realizados en bosques con distinta estructura y composición y en general abarcan como máximo dos periodos consecutivos de floración, lo que no permite hacer proyecciones relativas a la producción de miel.

Estimaciones sobre la producción de polen de quillay son casi inexistentes. Cruz (2008), estimó la producción potencial de polen para una plantación de diez años y un bosque natural de quillay ubicados en las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y de Valparaíso, respectivamente. La cantidad de polen seco estimada en los individuos alcanzó valores de 2,0 y 69,3 g/individuo, para la plantación y el bosque natural respectivamente. En el caso del polen comercial las cantidades estimados por individuos ascienden a 2,1 y 72,7 g/individuo, para la plantación y el bosque natural respectivamente. La producción potencial de polen seco por hectárea alcanza valores de 1,51 kg/ha y 0,37 kg/ha y en el caso del polen comercial 1,58 kg/ha y 0,39 kg/ha, para la plantación y el bosque natural respectivamente.

3. Hipótesis

La aplicación de esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques degradados con presencia de la especie aumenta la oferta de recursos florales para uso apícola en el mediano plazo y por consiguiente la productividad apícola de estos, lo que incentivaría además el uso por parte de los productores de los subsidios estipulados en la normativa técnico-legal contenida en el artículo 22 de la Ley 20.283 y la Tabla de valores asociada.

4. Objetivos

Objetivo general

Proponer esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola en el mediano plazo, incentivando el manejo de estos bosques y su uso apícola en el marco de la Ley 20.283.

Objetivos específicos

Caracterizar bosques esclerófilos degradados con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.

Cuantificar producción de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay.

Establecer, evaluar costos, proyectar y difundir esquemas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola.

Elaborar un manual de uso apícola del bosque esclerófilo que considere en su concepción la visión y necesidades de los apicultores, mediante metodologías participativas.

Difundir al sector productivo, a entidades gubernamentales sectoriales y universidades, el conocimiento científico-tecnológico generado por el proyecto.

5. Metodología

Objetivo específico 1: Caracterizar bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.

Determinación de la ubicación geográfica y superficie de bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie

Las fuentes de información utilizada en este objetivo fueron las bases de datos georreferenciadas de la Región de Valparaíso, Región Metropolitana y Región del Libertador General Bernardo O'Higgins correspondiente al Proyecto "Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile" (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999) y sus actualizaciones del año 2001 y 2013, en adelante el "Catastro". Se considera que el catastro de los recursos vegetacionales representa la mejor fuente de información disponible, considerando las siguientes características:

- La escala de levantamiento regional permite una correcta adecuación al área de impacto del proyecto (Región de Valparaíso, Región Metropolitana y Región del Libertador General Bernardo O'Higgins)
- La información contenida en la base georreferenciada del catastro (uso de suelo, estructura del bosque, cobertura y clase de altura) permiten una derivación adecuada de la información para los objetivos del proyecto.
- Se encuentra disponible de forma pública en el Sistema de Información Territorial SIT CONAF.

Se utilizó las actualizaciones del año 2013 para determinar la ubicación y estructura de las unidades que presentaban *Quillaja saponaria* y las actualizaciones del año 2001 para derivar información secundaria de pendientes y altitud, ya que esta información no se encuentra disponible en la base de datos de las últimas actualizaciones (año 2013).

A partir de las variables incluidas en el Catastro, se desarrolló una clasificación que consideró distintos criterios para agrupar las unidades homogéneas de vegetación en que participa quillay, en relación con la importancia de la especie y según sus aprovechamientos potenciales para la apicultura y susceptibilidad para ser manejado mediante plantación suplementaria de la especie. Estas variables fueron:

- **Altitud:** La información base utilizada considera rangos de altitud que van de los 0 a los 2.600 msnm dividida en 13 rangos de 200 m de amplitud.
- **Pendiente:** La información base utilizada considera 6 rangos de pendiente: 0-15%, 15-30%, 30-45%, 45-60%, 60-100% y mayor a 100%.

- **Hidrografía y cuerpos de agua:** Se consideraron los cursos de agua indicados en la cartografía IGM, a alrededor de los cuales se delimitó a cada lado una zona buffer de 200 m definida como área de protección.
- **Uso del Suelo:** Se consideraron los nueve Usos del Suelo que reconoce el Catastro. Quillay se encuentra presente en los usos **Praderas y Matorrales** (Praderas perennes, Matorral-Pradera; Matorral; Matorral Arborescente; Matorral con suculentas y Suculentas) y **Bosques** (Bosque nativo y Bosque nativo mixto).
- **Tipo Forestal:** Se consideraron los cuatro Tipos Forestales presentes según el Catastro en las regiones estudiadas a saber: Ciprés de la cordillera, Esclerófilo, Palma chilena y Roble-Hualo.
- **Estructura:** Se consideraron los cuatro tipos de estructuras para el tipo de uso Bosque Nativo presentes según el Catastro para las regiones estudiadas a saber: Bosques Achaparrados, Renovales, Bosques Adulto y Bosques Adulto-Renoval.
- **Cobertura:** La información base utilizada considera cuatro niveles de cobertura (%) para cada uso y sub uso del suelo: Muy abierto (10-25%), Abierto (25-50%), Semidenso (50-75%) y Denso (75-100%).
- **Clase de Altura:** La información base utilizada considera 4 clases de Altura para la estructura de Bosque Adulto-Renoval: 8 a 12 m, 12 a 20 m, 20 a 32 m y mayor a 32 m. Para la estructura Renoval considera 5 clases de Altura: 2 a 4 m, 4 a 8 m, 8 a 12 m, 12 a 20 m y 20 a 32 m. Para la estructura Bosques Achaparrados, se reconocen 2 clases de Altura: 2 a 4 m y 4 a 8 m. Es importante señalar, que esta clase de altura no corresponde a la altura dominante del dosel arbóreo, sino que se trata de un valor simplificado que representa la altura promedio ponderada de las estratas con mayor cobertura del bosque.
- **Provincia y Comuna:** Se utilizó la división administrativa de las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins, incluyendo provincias y comunas.
- **Áreas orientadas a la conservación:** Se incluyeron las unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), Iniciativas de conservación privadas, Sitios prioritarios para la conservación y Santuarios de la Naturaleza.

Clasificación de las formaciones vegetacionales con quillay según su potencial productivo y susceptibilidad a ser manejadas mediante plantaciones suplementarias con fines apícolas.

Basado en la aplicación de diferentes criterios sobre las variables ya mencionadas y utilizando herramientas de clasificación semiautomáticas en SIG se clasificaron las superficies en que participa quillay en: Productivas para apicultura y no productivas para la apicultura, a su vez las unidades clasificadas como productivas se clasificaron según su susceptibilidad para ser manejadas mediante plantación suplementaria en: **no susceptibles, susceptibles y susceptibles con restricciones** por objetivos de conservación y preservación. Las unidades no Productivas se clasificaron según su vocación en aquellas que eran no productivas debido a razones

ambientales o no productivas por objetivos de preservación. De acuerdo con los rangos de las variables y criterios utilizados se segregaron los siguientes tipos para las formaciones con quillay:

Bosques esclerófilos productivos no susceptibles de manejarse mediante plantación suplementaria. Son aquellas formaciones con presencia de quillay que no presentan restricciones ambientales o de conservación para su uso y que no sería necesario establecer plantaciones suplementarias para mejorar la calidad del bosque nativo. En esta categoría se han segregado a aquellas áreas con quillay que cumplan con las características que se describen a continuación: Crecimiento en altitudes inferiores a 1.000 msnm, sin restricciones de pendiente ni de cercanía a cuerpos o cursos de agua. Estructuralmente deberán ser Bosque Nativo, este último a su vez sea Bosque Adulto, Adulto-Renoval y Renoval, que pueden variar en densidad desde Denso a semidenso, alturas superiores a 2 metros. Además, las formaciones no deben encontrarse dentro del sistema Nacional de Áreas Silvestres protegidas del estado. Se destaca que quillay debe corresponder a la especie dominante de la unidad (polígono) por lo que no es necesario realizar manejo mediante plantación suplementaria para mejorar la productividad apícola de la unidad.

Bosques esclerófilos productivos susceptibles para manejar mediante plantación suplementaria. Son aquellas formaciones con presencia de quillay que no presentan restricciones ambientales o de conservación para su uso, pero poseen una menor presencia de quillay respecto a las Formaciones vegetacionales productivas no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria. En esta categoría se han segregado a aquellas áreas con quillay que cumplan con las características que se describen a continuación: Crecimiento en altitudes inferiores a 1.000 msnm, pendientes menores a 45% y que se encuentran a más de 200 m de cursos de agua. Estructuralmente deberán ser Bosque Nativo, este último a su vez sea Bosque Adulto, Adulto-Renoval y Renoval, con estructura abierta o muy abierta, alturas superiores a 2 metros. Además, las formaciones no deben encontrarse dentro del sistema Nacional de Áreas silvestres protegidas del estado.

Bosques esclerófilos productivos susceptibles para manejar mediante plantación suplementaria con restricciones. Son aquellas formaciones con presencia de quillay que no presentan restricciones ambientales, pero se encuentran en bosques tipificados como de preservación o conservación. En esta categoría se han segregado a aquellas áreas con quillay que cumplan con las características que se describen a continuación: Crecimiento en altitudes inferiores a 1.000 msnm, pendientes mayores a 45% o que se encuentran a menos de 200 m de cursos de agua. Estructuralmente deberán ser Bosque Nativo, este último a su vez sea Bosque Adulto, Adulto-Renoval y Renoval, con estructura abierta o muy abierta, alturas superiores a 2 metros. Además, las formaciones no deben encontrarse dentro del sistema Nacional de Áreas silvestres protegidas del estado.

Bosques esclerófilos con presencia de quillay, no productivos para la apicultura

Estos bosques se consideran no productivos por dos posibles razones. En primer lugar, porque pueden presentar restricciones severas para su uso apícola por limitaciones ambientales. Se consideraron como no productivos por restricciones ambientales a aquellas formaciones vegetacionales con quillay que crecen en altitudes sobre los 1.000 m.s.n.m., debido a que las condiciones climáticas dificultan el desarrollo de la actividad apícola.

Por otra parte, se considerarán no productivos a aquellos bosques en que participa quillay y que no presentan restricciones de tipo ambiental pero que presentan objetivos de conservación. En esta categoría se incluyeron todas aquellas formaciones vegetacionales con quillay que se encuentran en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

La Tabla 5.1 presenta un resumen de las variables para cada tipo clasificado.

Tabla 5.1. Esquema de clasificación de las formaciones vegetacionales con quillay según su potencial productivo y susceptibilidad a ser manejadas mediante plantaciones suplementarias con fines apícolas.

Variables	Productivos			No productivos	
	NS	S	SR	NPRA	NPOC
Altitud (m.s.n.m.)	< 1.000	< 1.000	< 1.000	>= 1.000	Cualquier Altitud
Pendiente (%)	Todas las clases	<45	>45	Todas las clases	Todas las clases
Hidrografía (buffer de 200 m)	Incluye	Excluye	Incluye	Incluye	Incluye
Uso del Suelo	Bosque nativo	Bosque nativo	Bosque nativo	Bosque nativo	Bosque nativo
Tipo Forestal	Esclerófilo	Esclerófilo	Esclerófilo	Esclerófilo	Esclerófilo
Estructura del bosque	Bosque Adulto	Bosque Adulto	Bosque Adulto	Todas las estructuras	Todas las estructuras
	Bosque Adulto-Renoval	Bosque Adulto-Renoval	Bosque Adulto-Renoval		
	Bosque Renoval	Bosque Renoval	Bosque Renoval		
	Bosque Renoval	Bosque Renoval	Bosque Renoval		
Cobertura del bosque	Denso, Semidenso	Abierto	Abierto	Todas las coberturas	Todas las coberturas
Clase de Altura (m)	> 2	> 2	> 2	Todas las clases	Todas las clases
Áreas orientadas a la conservación	Excluye	Excluye	Excluye	Excluye	Incluye

NS= Bosques esclerófilos productivos no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria; S=Bosques esclerófilos productivos susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria, SR= Bosques esclerófilos susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria con restricciones por objetivos de conservación y protección; NPRA= Bosques esclerófilos no productivos por restricciones ambientales NPOC= Bosques esclerófilos no productivos por objetivos de conservación.

La justificación de los rangos de las variables y criterios utilizados para la segregación de los distintos tipos de potencial productivo de las formaciones con quillay es la siguiente:

- **Altitud:** Se consideró uno de los factores limitantes ya que las formaciones vegetacionales con quillay utilizadas para la producción apícola se ubican en general bajo los 1.000 m.s.n.m. Por otro lado, sobre esta altitud las condiciones climáticas restringen el aprovechamiento de la vegetación con fines apícolas.
- **Pendiente:** Se consideró un factor limitante ya que la Ley 20.283 establece que bosques ubicados sobre lo 45% de pendiente del terreno deberán clasificarse como Bosques nativo de conservación y protección. Si bien estos bosques pueden ser aprovechados para la producción apícola, deben tomarse consideraciones especiales para su manejo restringiendo la posibilidad de corta u otras intervenciones (Chile Ministerio de Agricultura, 2008). Además de considerar la factibilidad operativa bajo estas pendientes.
- **Hidrografía:** Se consideró un factor limitante ya que la Ley 20.283 establece que bosques ubicados a menos de 200 m de cursos de agua deberán clasificarse como Bosques nativo de conservación y protección. Si bien estos bosques pueden ser aprovechados para la producción apícola, deben tomarse consideraciones especiales para su manejo restringiendo la posibilidad de corta u otras intervenciones (Chile Ministerio de Agricultura, 2008). Para ello se realizó una zona de influencia (*Buffer*) en torno a cuerpos y cursos de agua equivalente a 200 m como zona de protección.
- **Uso del suelo:** Las formaciones que han sido tipificadas como Bosque nativo son de interés productivo, considerando la mayor cobertura, dominancia y la susceptibilidad a ser manejadas y bonificadas bajo la Ley 20.283 relativa al bosque nativo.
- **Tipo Forestal:** Para efectos de unidades productivas se consideraron aquellas que pertenecen al tipo forestal esclerófilo.
- **Estructura del bosque:** Las estructuras de Bosque Renoval, Bosque Adulto-Renoval o Bosque adulto, se consideraron de interés productivo dado el mayor estado de desarrollo que pueden alcanzar los árboles de quillay. Las áreas catalogadas como Bosque achaparrado u otro podrán ser clasificadas en otras categorías no productivas.
- **Cobertura del bosque:** Se considera que una mayor cobertura vegetal en términos generales se correlaciona con una mayor biomasa de copa, lo cual se relación a una mayor producción de flores, constituyendo un buen indicador del potencial productivo de la unidad.
- **Clase de altura:** La clase de altura se consideró un indicador del desarrollo de la copa y madurez sexual del árbol, variable considerada al momento de determinar la productividad de flores. Las unidades

clasificadas con alturas por sobre los 2 metros se consideraron de mayor interés productivo.

Áreas orientadas a la conservación: Considerando la orientación a la conservación de la biodiversidad de ciertas áreas presentes en las regiones estudiadas y las restricciones legales impuestas en ellas, se excluyeron de las actividades productivas a aquellas unidades se encuentran en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

Caracterización dasométrica de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie

Para caracterizar los bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados con plantaciones suplementarias se seleccionaron cinco áreas distribuidas en las Regiones definidas como de influencia para el estudio, dos en cordillera y tres en la cordillera de la costa. La Tabla 5.2 resume la ubicación de los sitios según la división Administrativa y la Figura 5.1 presenta su ubicación geográfica. Los cinco sitios fueron caracterizados dasometricamente información que se detalla en los anexos.

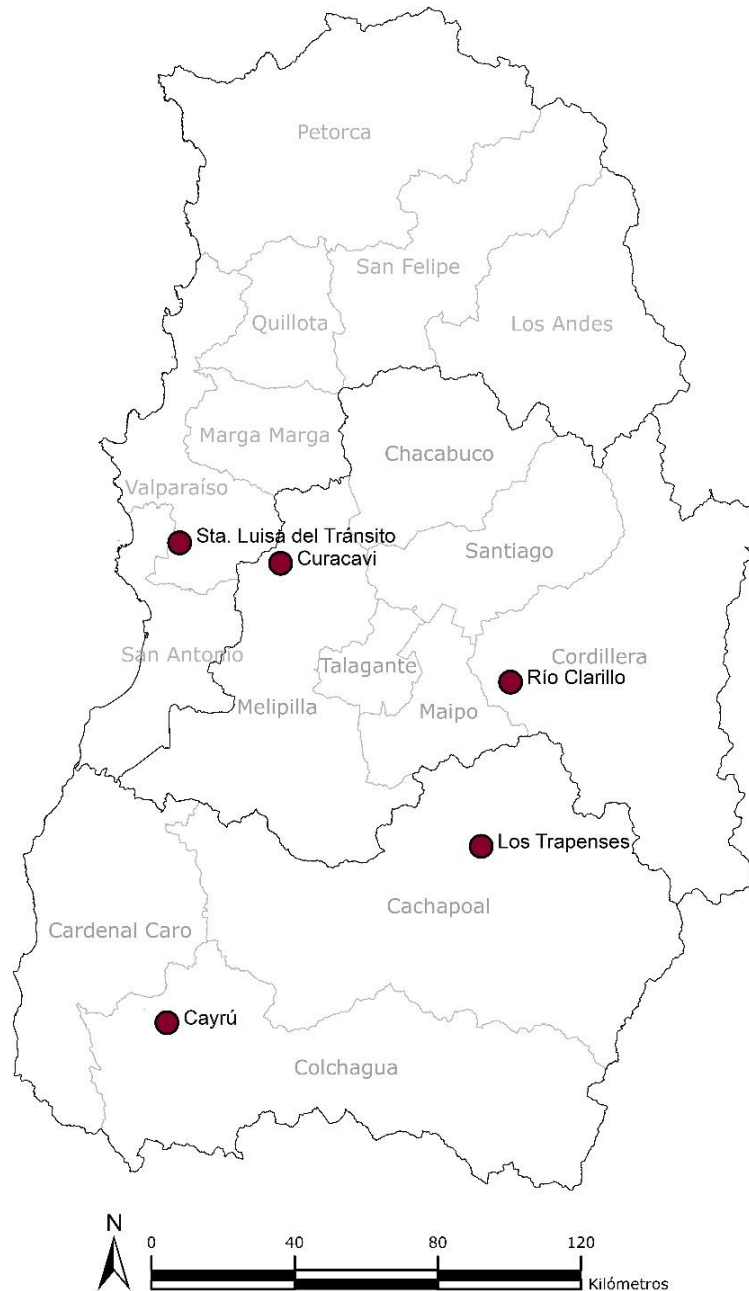
Tabla 5.2. Sitios definidos para el levantamiento de información para caracterización dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementaria según región y provincia y coordenadas de ubicación.

Sitio	Región	Zona	Coordenada Norte	Coordenada Este
Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	266262	6306236
Curacaví	RM	Cor-Co	294472	6300541
Río Clarillo	RM	Precor	358681	6267322
Trapenses	OH	Precor	350482	6221438
Cayru	OH	Cor-Co	262654	6172206

Sitio= Lugar de muestreo; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; VA= Valparaíso, RM=Región Metropolitana, OH=Región del Libertador General Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa, Precor = Precordillera;

La caracterización dasométrica de los bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados con plantaciones suplementarias se efectuó mediante parcelas de 1/10 ha (4 por sitio), en donde a cada individuo o rebrote de cepa (tocón) de las especies arbóreas (> 5 cm de diámetro) se le registró información dendrométrica (Nº de vástagos; diámetro; altura de copa de la cepa o individuo; radios de copa en los cuatro puntos cardinales). A partir de esta información se elaboraron tablas de rodal para cada sitio.

Figura 5.1. Ubicación de los sitios de muestreo dasométricos de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementaria.



Objetivo específico 2: cuantificar producción de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay.

Para estimar la producción de miel de árboles quillay y de las especies arbóreas acompañantes de interés apícola en los bosques esclerófilos susceptibles a ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay, se usó el modelo propuesto por Gallardo (1993). El modelo requiere como variables: el número de flores presentes en el individuo, la producción de néctar por flor y el contenido de azúcar en el néctar.

Cuantificación del número de flores presentes en el individuo

Los individuos presentes en las parcelas de inventario fueron seleccionados para la cuantificación de la floración. La cuantificación se realizó cuando los individuos presentaban a lo menos 30% de inicio de la floración. Para estimar el número total de flores en cada individuo se realizó un muestreo, subdividiendo la copa del individuo en 3 estratos; (1er, 2do y 3er tercio de la copa en altura) y en cada una de las exposiciones (N, S, E, O) de la copa de cada árbol. En cada uno de los 12 cuadrantes resultantes, se contaron aquellas flores que se encuentren en el área interior de un cubo de 25 cm de lado ($0,0156 \text{ m}^3$). Se muestreo aproximadamente el 10% de la inflorescencia en cada uno de los 12 cuadrantes de cada individuo. Además, se midió en cada individuo la altura total, la altura de copa, y el radio de la copa en las direcciones N, S, E, O. Finalmente en número de flores cuantificada en el cubo se expandió al volumen de copa ocupado por la floración, asumiendo una forma geométrica para la copa de quillay (Díaz-Forestier 2009, Tapia 2014) y/o otras formas geométricas para las otras especies arbóreas acompañantes de interés apícola.

Cuantificación de la producción de néctar: Para establecer la cantidad de néctar secretado por flor se colectaron flores accesibles en cada unidad muestral, las que se marcaron previa a la antesis. A cada flor se le registro: Tipo de flor (masculina, femenina, hermafrodita), el estado fenológico; tipo de ramificación en la que se desarrolla la flor (brote del año, antiguo etc.); su posición estratificada en relación con su altura y exposición de la rama del árbol (cuadrante). El néctar secretado por los nectarios florales se colecto durante el horario de visita de las abejas. El control se realizó desde el inicio de la antesis hasta el cese de la secreción de néctar por la flor, definido por el termino de las visitas de las abejas. Para medir la cantidad de néctar por flor se usaron microcapilares Drummond de 1; 5 y 10 μl . Para cada estado fenológico de las flores muestreadas, se registró el período y la cantidad de néctar secretado. Para evitar que el néctar sea removido por los insectos y aves, la flor se protegió con gasa, el día previo de la medición respectiva. Esto permitió que dichas flores pudieran ser polinizadas antes o después de las mediciones y así sobrestimar la producción de néctar.

Cuantificación del contenido de azúcar. A partir del néctar recolectado de las inflorescencias de árboles quillay y de las especies arbóreas acompañantes de interés apícola, se determinó la concentración de azúcares del néctar, usando para ello un refractómetro digital graduado entre 0 a 60 °Brix.

Cuantificación de la cantidad de polen. Para estimar la cantidad total de polen producido por los árboles quillay y de las especies arbóreas acompañantes de interés apícola en los bosques esclerófilos susceptibles a ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay, se recolectaron muestras de flores accesibles elegidas al azar en cada individuo o rebrote de cepa en el estado fenológico previo a antesis. Las flores recolectadas se llevarán a laboratorio, donde se extirparán las anteras para ser contadas y pesadas. Se mantuvieron durante 48 horas semi selladas en placas Petri en una cámara de frío a 8°C, para estimular la liberación del polen. El polen se removió de la cubierta de la antera por medio de agitación con agua destilada. El peso fresco total del polen por antera (mg) se obtuvo por diferencia de los pesos. Posteriormente las anteras y el polen fueron secados en un horno de aire forzado a una temperatura aproximada de 75°C, hasta alcanzar peso constante. Una vez seco el material (polen, antera), se pesó en forma conjunta y separada en una balanza digital con precisión de 0,0001 g. El peso seco total del polen por antera (mg) se obtuvo por diferencia de los pesos. A partir de los pesos promedio de polen de cada flor, se extrapoló al individuo usando el valor determinado para el número de flores presentes en el individuo, calculado con anterioridad.

Objetivo Específico 3. Establecer, calcular costos, proyectar y difundir esquemas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola.

Se estableció un módulo demostrativo con esquemas de manejo con una plantación suplementaria en bosques esclerófilos susceptible de ser manejado para la producción apícola. El esquema consideró: Características de las plantas a usar, preparación del sitio de plantación, densidades (N/ha), distribución de las plantas en el terreno.

Se calcularon los costos de las actividades silvícolas para determinar su concordancia y aplicación según establecido en la Tabla de valores del Fondo de Conservación Recuperación y Manejo del Bosque Nativo.

Mediante el uso de un modelo basado en procesos 3-PG (Landsberg y Waring, 1997) Se proyectó el crecimiento de la plantación suplementaria, así como la oferta de recursos florales de uso apícola en el mediano plazo. Para estos fines, se utilizó información no publicada de parcelas permanentes de plantaciones de quillay; producción de néctar, concentración de azúcar y número de flores en plantaciones de quillay ubicadas en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta información se complementó con remediciones de las plantaciones y bosque

nativo durante los periodos de floración en el periodo de vigencia del proyecto, registrando la variación temporal de las variables requeridas para la proyección.

Los resultados obtenidos fueron sintetizados mediante un manual práctico con la aplicación de esquemas de manejo para plantaciones suplementarias en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados para la producción apícola.

Objetivo Específico 4. Elaborar un manual de uso apícola del bosque esclerófilo que considere en su concepción la visión y necesidades de los apicultores, mediante metodologías participativas.

Se elaboró un manual apícola centrado en el uso y valoración del bosque esclerófilo para la producción apícola. Para esto se propuso en primer lugar la redacción de una propuesta de manual a partir de revisión bibliográfica sobre la materia y experiencia del equipo investigador. Posterior a esto, la propuesta se evaluó mediante talleres abiertos a la comunidad. Durante los talleres para la elaboración y recolección de la información se realizaron encuestas buscaron identificar aquellos intereses, experiencias y necesidades no cubiertas en el manual. Finalmente, las recomendaciones surgidas a partir de los talleres se incluyeron en la redacción final del manual.

Objetivo específico 5. Difundir al sector productivo, a entidades gubernamentales sectoriales y universidades, el conocimiento científico-tecnológico generado por el proyecto.

Además, de los manuales indicados anteriormente (Objetivos específicos 3 y 4) el proyecto contempló un programa de difusión de resultados dirigido a profesionales, instituciones públicas, propietarios de terrenos forestales y productores apícolas. Se considerarán los siguientes mecanismos de difusión: un taller de difusión de resultados finales del proyecto, una presentación a congreso, dos Memorias de Título o Tesis de Grado (a nivel de anteproyecto aprobado) y el borrador de un manuscrito para publicación de un artículo de revista científica que se encuentra en preparación para ser enviado una revista del área silvoagropecuaria.

6. Resultados

Objetivo específico 1: Caracterizar bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.

Determinación de la ubicación geográfica y superficie de bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie

Superficie de bosque esclerófilo con presencia de quillay

Se analizó una superficie de 1.591.621 ha pertenecientes a las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins, de las cuales 946.982,6 ha corresponden a bosque esclerófilo en que participa quillay. De las regiones analizadas la Región de Valparaíso alcanza la mayor superficie con bosque esclerófilo con presencia de quillay alcanzando las 328.651,4 ha, le sigue la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins con 320.583,7 ha y finalmente la Región Metropolitana con 297.747,5 ha.

En la Región de Valparaíso los bosques esclerófilos con presencia de quillay se encuentran principalmente representado en la Provincia de Petorca ocupando un 40,2 % de la superficie total de los bosques esclerófilos con presencia de quillay de la región, en cambio en la Provincia de San Antonio solo tiene un 5,2 % de la superficie total de los bosques esclerófilos con presencia de quillay de la región.

En la Región Metropolitana los bosques esclerófilos con presencia de quillay se encuentran principalmente representado en la Provincia de Melipilla ocupando un 53,3 % de la superficie total de los bosques esclerófilo con presencia de quillay de la región, en cambio en la Provincia de Talagante solo tiene un 4,1 % de la superficie total de los bosques esclerófilos con presencia de quillay de la región.

En la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins los bosques esclerófilos con presencia de quillay se encuentran principalmente representado en la Provincia de Cachapoal ocupando un 52,4 % de la superficie total de los bosques esclerófilo con presencia de quillay de la región, en cambio en la Provincia de Cardenal Caro solo tiene un 6,6 % de la superficie total de los bosques esclerófilos con presencia de quillay de la región.

Superficie de bosque esclerófilo con quillay de uso productivo para la apicultura susceptible a ser manejado mediante plantación suplementaria.

La superficie de bosque esclerófilo con quillay de uso productivo para la apicultura susceptible a ser manejado mediante plantación suplementaria alcanza las 352.348,7 ha en total para las tres regiones analizadas. La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins alcanza la mayor superficie con bosque esclerófilo con quillay de uso productivo para la apicultura alcanzando las 136.372,1 ha, le sigue la Región de Valparaíso con 110.153,2 ha y finalmente la Región Metropolitana con 105.823,4 ha (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Superficie de bosque esclerófilo con quillay (*Quillaja saponaria*) de uso productivo para la apicultura susceptible a ser manejado mediante plantación suplementaria en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins.

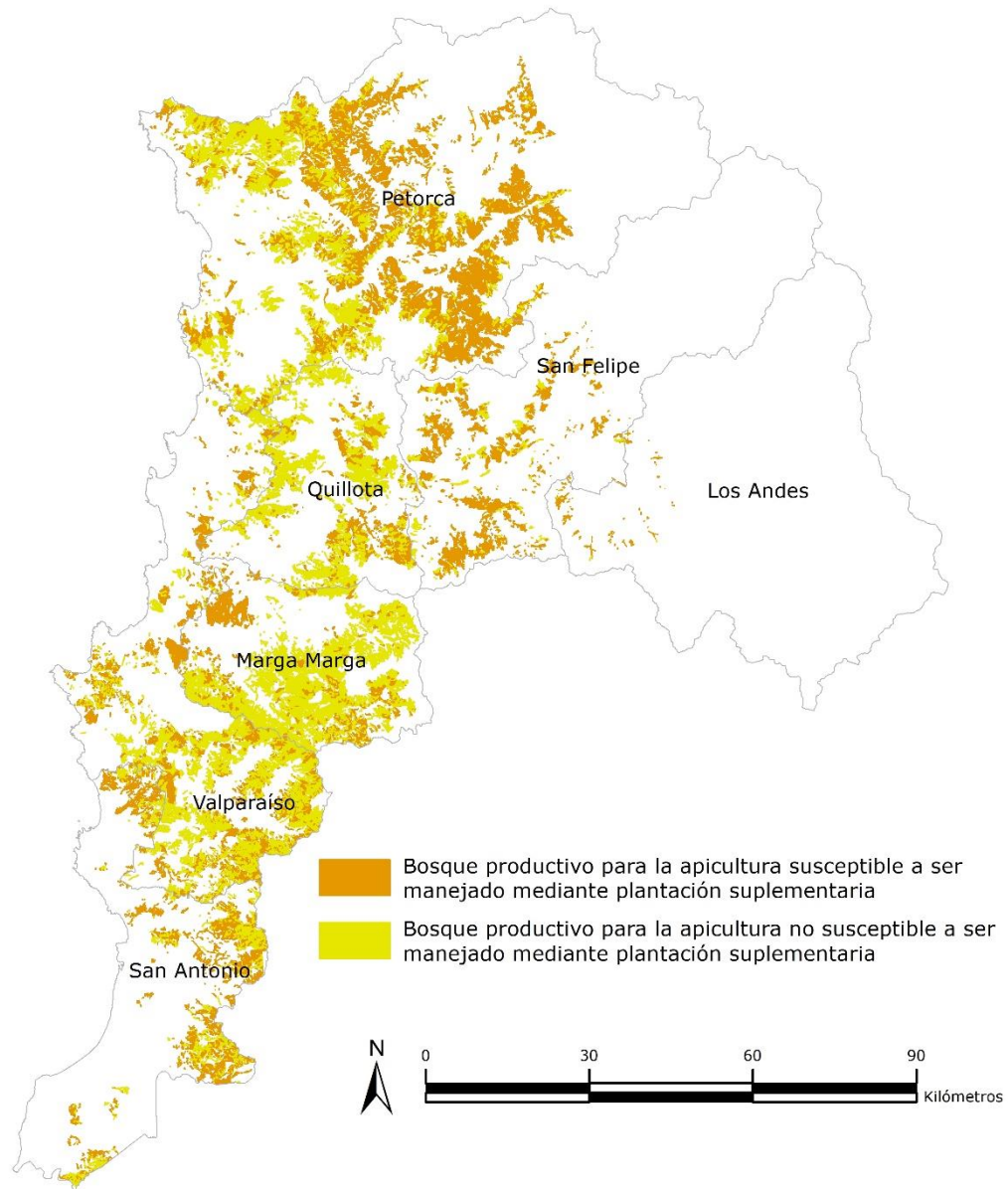
División administrativa	Bosques no susceptibles a ser manejado mediante plantación suplementaria	Bosques susceptibles a ser manejado mediante plantación suplementaria		Total
		Con Restricciones	Sin Restricciones	
Valparaíso	103.685,7	16.015,6	94.137,7	213.838,9
Los Andes	20,8	27,0	478,1	525,9
Margamarga	27.886,0	600,6	7.185,4	35.672,0
Petorca	29.532,4	9.483,1	44.238,1	83.253,7
Quillota	16.950,2	1.476,9	4.315,9	22.742,9
San Antonio	5.169,3	590,3	10.841,2	16.600,8
San Felipe	2.518,7	2.811,9	8.215,7	13.546,3
Valparaíso	21.608,3	1.025,8	18.863,3	41.497,4
Región Metropolitana de Santiago	95.512,1	24.739,4	81.083,9	201.335,5
Chacabuco	5.019,9	1.320,6	9.460,1	15.800,6
Cordillera	5.045,7	128,4	898,8	6.072,9
Maipo	15.063,3	2.351,8	4.716,4	22.131,5
Melipilla	64.782,0	17.425,5	58.403,9	140.611,4
Santiago	1.687,7	952,7	2.373,2	5.013,6
Talagante	3.913,5	2.560,5	5.231,6	11.705,6
Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	77.154,2	16.803,8	119.568,3	213.526,3
Cachapoal	42.631,0	10.287,4	40.282,5	93.200,9
Cardenal Caro	4.622,7	549,6	15.459,5	20.631,9
Colchagua	29.900,5	5.966,8	63.826,3	99.693,6
Total	276.352,0	57.558,8	294.789,9	628.700,7

En la Región de Valparaíso los bosques esclerófilos con quillay de uso productivo para la apicultura susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria se encuentran principalmente representado en la Provincia de Petorca ocupando 53.721,3 ha de las cuales un 82,3 % corresponden a bosques que no presentan restricciones para su manejo, en cambio en la Provincia de Los Andes solo tiene 505,1 ha de las de las cuales un 94,7 % corresponden a bosques que no presentan restricciones para su manejo (Figura 6.1)

En la Región Metropolitana los bosques esclerófilos con quillay de uso productivo para la apicultura susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria se encuentran principalmente representado en la Provincia de Melipilla ocupando un 75.829,4 ha de las cuales un 77,0 % corresponden a bosques que no presentan restricciones para su manejo, en cambio la Provincia de Cordillera solo tiene 1.027,2 ha de las de las cuales un 87,5 % corresponden a bosques que no presentan restricciones para su manejo (Figura 6.2).

En la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins los bosques esclerófilos con quillay de uso productivo para la apicultura susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria se encuentran principalmente representado en la Provincia de Colchagua ocupando un 69.793,0 ha de las cuales un 91,5 % corresponden a bosques que no presentan restricciones para su manejo, en cambio Cachapoal solo tiene 50.569,9 ha de las cuales un 79,7 % corresponden a bosques que no presentan restricciones para su manejo (Figura 6.3).

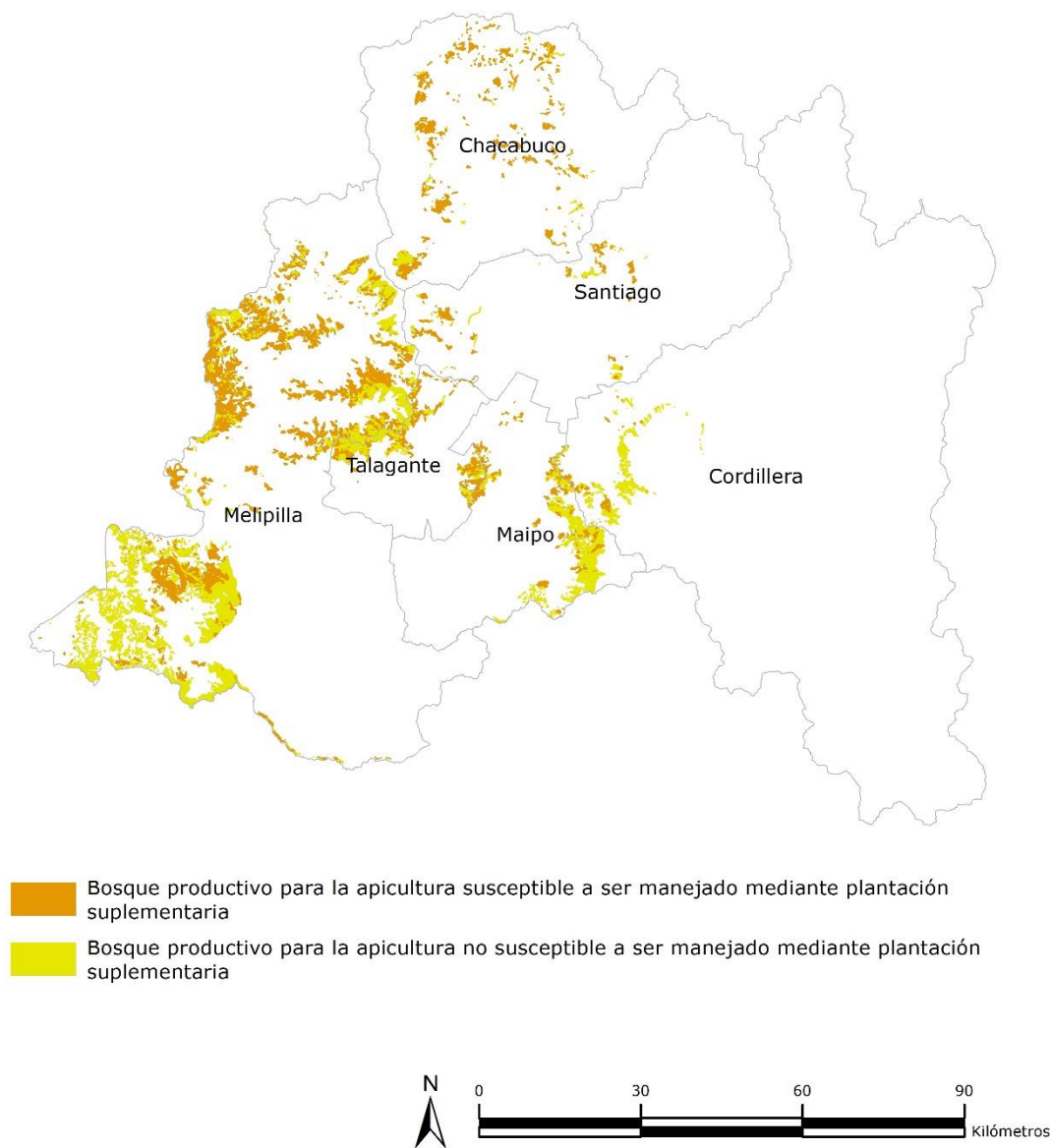
Figura 6.1. Distribución de los bosques productivos para la apicultura susceptibles y no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria en la Región de Valparaíso.



Proyección: WGS84 19S

Fuente: Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

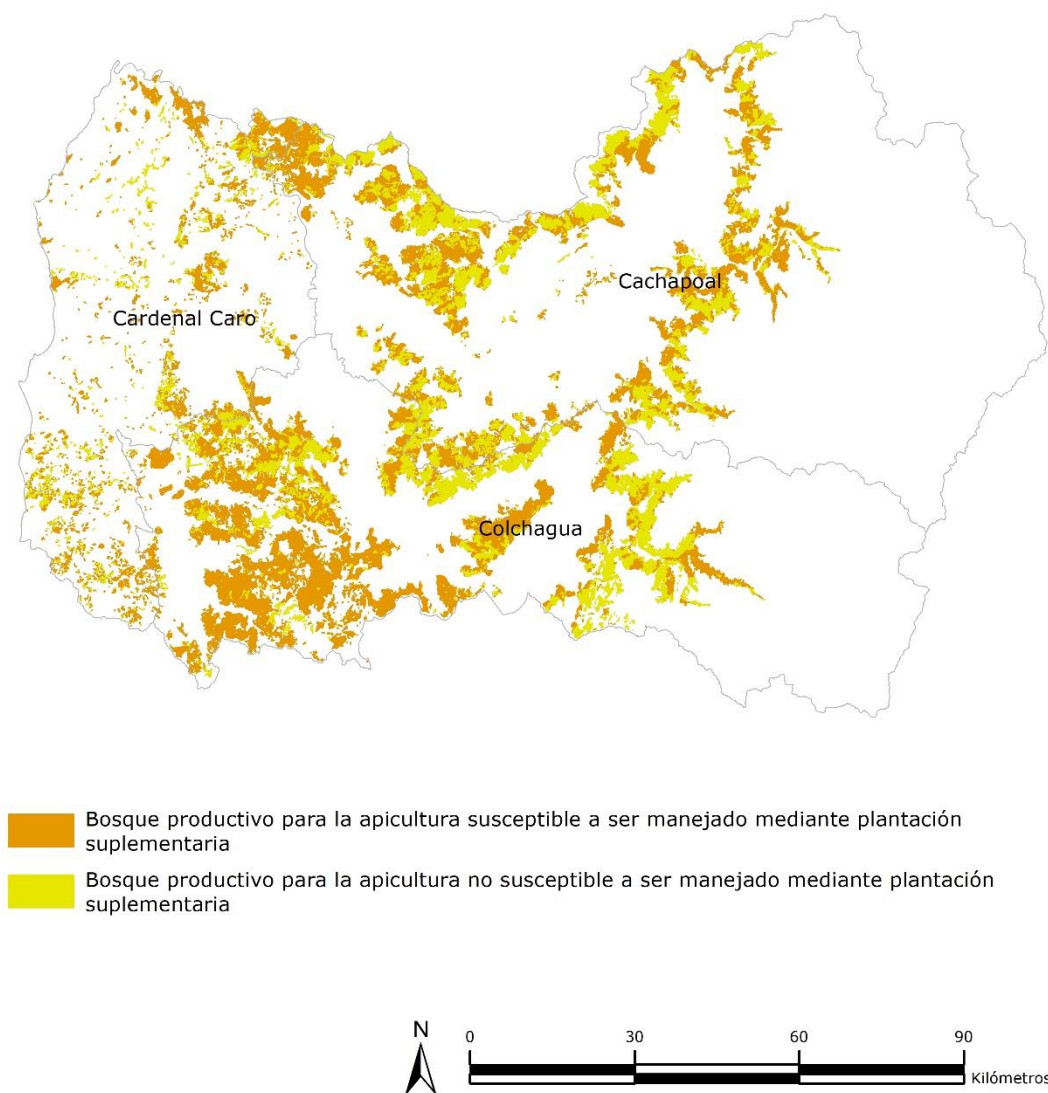
Figura 6.2. Distribución de los bosques productivos para la apicultura susceptibles y no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria en la Región Metropolitana.



Proyección: WGS84 19S

Fuente: Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

Figura 6.3. Distribución de los bosques productivos para la apicultura susceptibles y no susceptibles a ser manejados mediante plantación suplementaria en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.



Proyección: WGS84 19S

Fuente: Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

Caracterización dasométrica de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias

Sta. Luisa del Tránsito

Estos bosques se componen por dos estratas principales, la primera arbórea y la segunda arbustiva. La estrata arbórea posee una altura que va entre los 1,1 y 9,4 m en donde se encuentra quillay ocupando distintas posiciones de dominancia (dominante y codominante) con diámetros basales que van entre los 5 y los 50 cm con un promedio de 3,5 vástagos por cepa, concentrando el 12,6 % del área basal total del rodal. Junto con quillay se encuentran individuos de *Acacia caven*, *Peumus boldus*, *Lithrea caustica* y *Schinus latifolius* con diámetros basales que van entre los 5 a 50 cm. Este sitio presenta una estrata arbustiva densa que va desde los 0,5 a los 3,5 m de altura dominada por *Retanilla trinervia* (Figura 6.4). El Anexo 1 presenta las principales variables dasométricas para los bosques prospectados en el sitio de Sta. Luisa del Tránsito.

Figura 6.4. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Sta. Luisa del Tránsito (Región de Valparaíso, Cordillera de la Costa). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva de *Rt*= *Retanilla trinervia*.



Curacaví

Estos bosques se componen por dos estratas principales, la primera arbórea y la segunda arbustiva. La estrata arbórea posee una altura que va entre los 0,5 y 15,6 m en donde se encuentra quillay ocupando distintas posiciones de dominancia (dominante y codominante) con diámetros basales que van entre los 5 y los 80 cm con un promedio de 5,7 vástagos por cepa, concentrando el 65,6 % del área basal total del rodal. Junto con quillay se pueden encontrar individuos de *Acacia caven*, *Peumus boldus*, *Lithrea caustica*, *Schinus latifolius* y *Kageneckia oblonga* con diámetros basales que van entre los 5 a 35 cm. Si bien en este sitio la cobertura arbórea es menor que la del sitio Río Clarillo, este sitio presenta una estrata arbustiva densa que va desde los 0,5 a los 3,5 m de altura y puede presentar individuos de *Colliguaja odorífera*, *Retanilla trinervia* y *Escallonia pulverulenta* entre las especies más frecuentes (Figura 6.5). El Anexo 2 presenta las principales variables dasométricas para los bosques prospectados en el sitio de Curacaví.

Figura 6.5. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Curacaví (Región Metropolitana, Cordillera de la Costa). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva Rt= *Retanilla trinervia*, Co=*Colliguaja odorífera*.



Río Clarillo

Estos bosques se componen de dos estratas, la primera arbórea y la segunda arbustiva. La estrata arbórea presenta un promedio de 605 cepas/ha y un área basal total de 17,6 m²/ha, con una altura dominante de 11 m. En esta estrata se encuentra quillay ocupando posiciones de dominante y codominante, con diámetros basales de sus vástagos que van entre los 5 y los 80 cm, presentando un promedio de 3,8 vástagos por cepa, concentrando el 18,8 % del área basal total del rodal. Asociadas a quillay se pueden encontrar a individuos de *Acacia caven* y *Lithrea caustica* con diámetros basales de sus vástagos que van entre los 5 y los 30 cm con una media de 4,2 y 11,9 vástagos por cepa respectivamente, concentrando el 12,0 % y el 64,0 % del área basal total del rodal respectivamente (Figura 6.6). La estrata arbustiva va desde los 50 cm a los 2 m y puede presentar individuos de *Retanilla trinervia* y *Colliguaja odorífera*, entre las especies más frecuentes. El Anexo 3 presenta las principales variables dasométricas para los bosques prospectados en el sitio de Río Clarillo.

Figura 6.6. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Río Clarillo (Región Metropolitana, Precordillera). En rojo se puede observar el crecimiento agrupado de LC=*Lithrea caustica*.



Trapenses

Estos bosques se componen por dos estratas principales, la primera arbórea y la segunda arbustiva. La estrata arbórea posee una altura que va entre los 1 y 9,1 m en donde se encuentra quillay ocupando distintas posiciones de dominancia (dominante y codominante) con diámetros basales que van entre los 5 y los 55 cm con una media de 4,8 vástagos por cepa, concentrando el 17,2 % del área basal total del rodal. Asociadas a quillay se pueden encontrar a individuos de *Acacia caven*, *Peumus boldus* y *Schinus latifolius* con diámetros basales que van entre los 5 a 55 cm. Si bien en este sitio la cobertura vegetal es mayor que la del sitio Sta. Luisa del Tránsito, gran parte de esa cobertura está formada por la estrata arbustiva, muy densa, que va desde los 0,5 a los 3,5 m de altura dominada por *Retanilla trinervia* (Figura 6.7). El Anexo 4 presenta las principales variables dasométricas para los bosques prospectados en el sitio de Trapenses.

Figura 6.7. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Trapenses (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Precordillera). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva Rt= *Retanilla trinervia*.



Cayru (Bosque nativo)

Estos bosques se componen por dos estratas principales, la primera arbórea y la segunda arbustiva. La estrata arbórea posee una altura que va entre los 0,5 y 16 m en donde se encuentra quillay ocupando distintas posiciones de dominancia (dominante y codominante) con diámetros basales que van entre los 5 y los 55 cm con un promedio de 7,6 vástagos por cepa, concentrando el 53,0% del área basal total del rodal. Asociadas a quillay se pueden encontrar individuos de *Acacia caven*, *Peumus boldus*, *Lithrea caustica*, *Schinus latifolius* y *Kageneckia oblonga* con diámetros basales que van entre los 5 a 50 cm. Este sitio presenta una estrata arbustiva densa que va desde los 0,5 a los 3,5 m de altura y puede presentar individuos de *Colliguaja odorífera*, *Retanilla trinervia* y *Escallonia pulverulenta* entre las especies más frecuentes (Figura 6.8). El Anexo 5 presenta las principales variables dasométricas para los bosques prospectados en el sitio de Cayru.

Figura 6.8. Vista aérea de los bosques presentes en el sitio de Cayru (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Cordillera de la Costa). En la fotografía se puede observar una menor cobertura de suelo y presencia de la estrata arbustiva Rt= *Retanilla trinervia*, Co= *Colliguaja odorífera*.



Objetivo específico 2. Cuantificar producción de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay.

Estimación de la producción potencial de miel en una plantación de *Q. saponaria*

Oportunidad de la oferta de recursos florales y su duración en la plantación de *Q. saponaria*

Entre los años 2008 y 2020 se consideraron ocho mediciones (2 últimas de este proyecto y 6 de proyectos anteriores de FCFCN) para determinar preliminarmente la oportunidad de floración en la plantación de *Q. saponaria* ubicada en sitio de Cayru, en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. La Tabla 6.2 resume los principales parámetros de la floración.

Tabla 6.2. Principales parámetros de floración en una plantación de *Q. saponaria* ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.

T	N (flores)	Inicio (mes-día-año)	Término (mes-día-año)	ΔT (días)	Fecha Peak (mes-día-año)	Δ Peak (días)	Peak (%)
2008	41	14-12-2008	17-01-2009	34	30-12-2008	16	95,1
2011	502	04-12-2011	29-12-2011	25	23-12-2011	19	48,8
2012	312	01-12-2012	09-01-2013	39	31-12-2012	30	26,6
2013	184	08-12-2013	04-01-2014	27	21-12-2013	13	27,7
2014	231	24-11-2014	19-12-2014	25	12-12-2014	18	38,1
2018	23	05-12-2018	16-12-2018	11	06-12-2018	1	30,4
2019	26	05-12-2019	29-12-2019	24	20-12-2019	15	96,2
2020	26	02-12-2020	29-12-2020	27	20-12-2020	18	96,2
media				26,5$\pm$2,9		16,3$\pm$2,8	57,9

T= Temporada en la que se midió la floración, N= Tamaño de la muestra, en número de flores; Inicio= Fecha en la que se registra la primera flor muestreada abierta; Término =Fecha en la que el total de la muestra ha pasado al estadio fenológico de fruto o la flor ha sido abortada; ΔT (días)= Tiempo en que la muestra analizada presenta flores abiertas; Fecha Peak= Corresponde al momento en que se registra la mayor proporción de flores abiertas de la muestra, Δ Peak =Corresponde a la cantidad de días transcurridos desde el inicio de la floración hasta que esta alcanza el peak; Peak= Corresponde a la máxima proporción de flores abiertas de la muestra.

Con respecto al inicio de la floración, entendida como el momento en donde se registra la primera flor abierta de la muestra, esta normalmente se sitúa la primera semana de diciembre (5 de los 8 años analizados). El año 2014 se registró la floración más temprana, iniciando la última semana de noviembre, en cambio la floración más tardía ocurrió en el año 2008 comenzando la segunda semana de diciembre.

La floración en la plantación tiene una duración media de 26,5 $\pm$ 2,9 días pudiéndose prolongar hasta mediados del mes de enero. La floración más corta se registró el año 2018 con 11 días de duración, en cambio el año 2012 la duración fue la más larga alcanzando los 39 días. Los datos muestran que en los últimos 10 años la plantación presenta una ligera tendencia a acortar la duración de la floración.

La floración de *Q. saponaria* está marcada por un *peak* de floración, y corresponde al momento en que se encuentra la mayor proporción de flores abiertas de la muestra analizada. Este *peak* presenta una media de $16,3 \pm 2,8$ días en alcanzarse y en términos de la proporción de la muestra, las flores abiertas corresponderían en promedio a un 57,9% de estas. El año en que más rápido se alcanzó este *peak* fue el 2018, tardando un día a contar de la apertura de la primera flor y con un máximo porcentaje de flores abiertas del 30,4% de la muestra, en cambio el 2012 el *peak* tardó 30 días en alcanzarse registrando un máximo de sólo un 26,6% de las flores de la muestra abiertas.

Estimación de la oferta de recursos florales

Proporción de árboles con floración ($\%N_f$), número de flores por árbol (NF_a) y por hectárea (NF)

La plantación de *Q. saponaria* registró una media de $1,9 \pm 0,2$ mil flores/árbol, alcanzando las 1.105,6 mil flores/ha. El año en que se registró la mayor producción de flores en la plantación fue el año 2011 con $3,6 \pm 0,3$ mil flores/árbol y 2.881,0 mil flores/ha por el contrario la menor producción de flores se obtuvo el año 2018 con $0,3 \pm 0,1$ mil flores/árbol y 25,8 mil flores/ha. La Tabla 6.3 presenta la proporción de árboles florecidos, número de flores por árbol y por hectárea de una plantación de *Q. saponaria*.

Q. saponaria presentó una alta proporción de árboles con floración, más de la mitad de los árboles analizados presentan floración (Media de 57,5% de la muestra), considerando todos los años analizados. Los años en que se presentó una mayor proporción de árboles florecidos, fueron el 2009 y 2020 registrando un 79,1% y un 83,3 % de la muestra respectivamente, en cambio el año 2018, registró la menor proporción de árboles florecidos con sólo un 8,3 % de la muestra. La Tabla 6.3 resume la proporción de árboles florecidos, número de flores por árbol y por hectárea de la plantación de *Q. saponaria* estudiada.

Tabla 6.3. Proporción de árboles florecidos, número de flores por árbol y por hectárea de una plantación de *Q. saponaria* ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.

T	Sp	Región	Zona	N (árboles)	Nf (árboles)	% Nf	NF _a (M flores/árbol)	NF (M flores/ha)
2008	QS	OH	Cor-Co	110	82	74,5	1,3±0,2	967,5
2009	QS	OH	Cor-Co	110	87	79,1	0,8±0,1	671,6
2010	QS	OH	Cor-Co	110	78	70,9	1,3±0,2	921,4
2011	QS	OH	Cor-Co	110	86	78,2	3,6±0,3	2.881,0
2012	QS	OH	Cor-Co	110	42	38,2	2,1±0,4	831,7
2013	QS	OH	Cor-Co	110	55	50,0	2,7±0,2	1.388,2
2018	QS	OH	Cor-Co	110	9	8,3	0,3±0,1	25,8
2019	QS	OH	Cor-Co	108	38	35,2	0,4±0,1	156,6
2020	QS	OH	Cor-Co	108	90	83,3	2,5±0,4	2.106,4
						57,5	1,9±0,2	1.105,6

T= Temporada en la que se midió la floración; Sp= Especie analizada, QS=Quillaja saponaria; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa; N= Tamaño de la muestra, en número de árboles; Nf = Corresponde a la cantidad de árboles con floración; %NF = Proporción de árboles con floración de la muestra, Nfa=Corresponde a la cantidad de flores por árbol, en miles de flores, NF= Corresponde a la cantidad de flores por hectárea, en miles de flores.

Proporción de flores abiertas (%F_a) y duración de la oferta de recursos florales (TF_a) en la plantación de *Q. saponaria*

Entre los años 2008 y 2020 se consideraron ocho mediciones (2 ultimas de este proyecto y seis de proyectos anteriores de FCFCN) para determinar la proporción de flores abiertas y la duración de la oferta de recursos florales de *Q. saponaria* en la plantación ubicada en Cayru.

En promedio un 86,1% de las flores analizadas abre, permaneciendo abierta en promedio por 9,2±0,24 días. En los años 2019 y 2020 se produce la mayor proporción de flores abierta, para la muestra analizada, alcanzando la totalidad de esta (100%) con duraciones de 15,7±0,74 y 14,8±0,49 respectivamente. En cambio, el año 2008 sólo se registró un 30,4% de las flores de la muestra abierta alcanzando una duración de 6,7±4,15 días, siendo esta similar estadísticamente y en proporción a la duración más baja registrada el año 2014 con 6,6 ±0,58 días. La Tabla 6.4 resume la proporción de flores abiertas y duración de la oferta de recursos florales en la plantación de *Q. saponaria* estudiada. La Tabla 6.4 resume la proporción de flores abiertas y duración de la oferta de recursos florales en la plantación de *Q. saponaria* estudiada.

Tabla 6.4. Proporción de flores abiertas y duración de la oferta de recursos florales en una plantación de *Q. saponaria* ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.

T	Sp	Región	Zona	N (flores)	%Fa	TF _a (días)	Test
2008	QS	OH	Cor-Co	41	95,1	14,9±1,12	a
2011	QS	OH	Cor-Co	502	84,1	9,6±0,28	b
2012	QS	OH	Cor-Co	312	67,0	8,7±0,53	c
2013	QS	OH	Cor-Co	184	53,3	7,3±0,76	d
2014	QS	OH	Cor-Co	231	62,3	6,6±0,58	de
2018	QS	OH	Cor-Co	23	30,4	6,7±4,15	df
2019	QS	OH	Cor-Co	26	100,0	15,7±0,74	a
2020	QS	OH	Cor-Co	26	100,0	14,8±0,49	a
						9,2 ±0,24	

T= Temporada en la que se midió la floración; Sp= Especie analizada, QS=*Quillaja saponaria*; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa; N= Tamaño de la muestra, en número de flores; %F_a =Corresponde a la proporción de flores abiertas; TF_a = Corresponde a la duración de la oferta floral, entendida como el tiempo en que la flor permaneció abierta en días; Test= Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba robusta de ANOVA heterocedástica p<0,05).

Proporción de flores secretoras de néctar (%F_s) y volumen de néctar secretado por flor en 24 horas (Q)

Entre los años 2008 y 2020 se realizaron 10 mediciones para determinar la proporción de flores secretoras de néctar y el volumen de néctar secretado por flor en 24 horas.

La plantación de *Q. saponaria* presentó una alta proporción de flores secretoras de néctar, alcanzando una media del 61,6%. La proporción máxima de flores secretoras se obtuvo para el año 2008 y 2020 con un 100% de la muestra (n=101 y n=18 flores). La mínima proporción de flores secretoras se obtuvo el año 2012 con un 24,4% de la muestra (n=164 flores).

La plantación presenta una media de 0,198±0,008 µl de néctar por flor en 24 hrs. La secreción más alta se obtuvo el año 2009 con 0,423±0,028 µl de néctar por flor en 24 hrs, presentando diferencias significativas con el resto de los años analizados a excepción de los años 2011, 2012 y 2018 (Prueba robusta de ANOVA heterocedástica p<0,05). La secreción más baja se obtuvo el año 2019 con 0,033±0,002 µl de néctar por flor en 24 hrs, presentando diferencias significativas con el resto de los años analizados a excepción del año 2010 y 2020 (Prueba robusta de ANOVA heterocedástica p<0,05). La tabla 6.5 resume la proporción de flores secretoras de néctar y volumen de néctar secretado por flor en 24 horas, en la plantación de *Q. saponaria* estudiada. La Tabla 6.5 presenta la proporción de flores secretoras de néctar y volumen de néctar secretado por flor en 24 horas, en la plantación de *Q. saponaria* estudiada.

Tabla 6.5. Proporción de flores secretoras de néctar y volumen de néctar secretado por flor en 24 horas, en una plantación de *Q. saponaria* ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.

T	Sp	Región	Zona	N (flores)	%F _s	Q (µl/flor)	Test
2008	QS	OH	Cor-Co	101	100,0	0,343±0,039	a
2009	QS	OH	Cor-Co	783	25,0	0,423±0,028	b
2010	QS	OH	Cor-Co	285	62,8	0,149±0,013	c
2011	QS	OH	Cor-Co	496	33,5	0,068±0,004	bd
2012	QS	OH	Cor-Co	164	24,4	0,114±0,016	be
2013	QS	OH	Cor-Co	468	48,9	0,177±0,011	cf
2014	QS	OH	Cor-Co	104	87,0	0,092±0,007	g
2018	QS	OH	Cor-Co	34	50,0	0,100±0,018	cbh
2019	QS	OH	Cor-Co	56	87,5	0,033±0,002	ci
2020	QS	OH	Cor-Co	22	100	0,137±0,006	c
						0,198±0,008	

T= Temporada en la que se midió la floración; Sp= Especie analizada, QS=*Quillaja saponaria*; Sitio= Lugar de muestreo; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa; N= Corresponde al tamaño de la muestra colectada en flores; %F_s =Corresponde a la proporción de flores a las cuales secretaron néctar; Q= Media±Error estándar de la secreción de néctar por flor en 24 hrs en µl; Test= Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba robusta de ANOVA heterocedástica p<0,05).

Cuantificación de la concentración de azúcar en el néctar (C) en la plantación de *Q. saponaria*

Entre los años 2008 y 2020 se consideraron nueve mediciones (dos últimas de este proyecto y ocho de proyectos anteriores de FCFCN) para determinar la concentración de azúcar en el néctar secretado por flores de una plantación de *Q. saponaria* ubicada en predio Cayru, en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. La tabla 6.6 resume concentración de azúcar en el néctar de flores provenientes de la plantación de *Q. saponaria* estudiada.

Tabla 6.6. Concentración de azúcar en el néctar de flores provenientes de una plantación de *Q. saponaria* ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020.

Sp	T	Región	Zona	N	C (°Brix)	Test
QS	2008	OH	Cor-Co	15	31,6±2,5	abc
QS	2009	OH	Cor-Co	5	30,1±6,7	abc
QS	2010	OH	Cor-Co	8	45,0±7,3	bc
QS	2011	OH	Cor-Co	6	50,2±5,1	c
QS	2012	OH	Cor-Co	6	21,8±4,6	ab
QS	2013	OH	Cor-Co	2	26,2±12,4	abc
QS	2018	OH	Cor-Co	2	55,0±7,0	abc
QS	2019	OH	Cor-Co	4	18,3±4,4	a
QS	2020	OH	Cor-Co	21	19,6±1,8	abc
				70	29,9±1,9	

Sp= Especie analizada; QS=*Quillaja saponaria*; T= Temporada en la que se midió la floración; ;Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; Sitio= Lugar de muestreo; OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa; N= Corresponde al tamaño de la muestra colectada en flores C= Media±Error estándar de la concentración de azúcar del néctar en °Brix; Test= Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba robusta de ANOVA heterocedástica $p<0,05$).

La plantación de *Q. saponaria* presenta una media de 29,9±1,9 °Brix de concentración de azúcar en el néctar. La mayor concentración de azúcar se obtuvo el año 2018, registrando 55,0±7,0 °Brix el cual no presentó diferencias significativas con el resto de los años analizados (Prueba robusta de ANOVA heterocedástica $p<0,05$). La menor concentración de azúcar se obtuvo el año 2019 el cual obtuvo una media de 18,3±4,4 °Brix, presentando diferencias estadísticas con las muestras obtenidas los años 2010 y 2011.

Cuantificación de la producción potencial de miel (PPM) en la plantación de *Q. saponaria*

Para la plantación de *Q. saponaria* se obtuvo una producción potencial de miel media de 13,5 g/árbol y 9,3 kg/ha. La mayor producción potencial de miel se obtuvo el año 2008, alcanzando los 23,2 g/árbol y los 17,8 kg/ha. La menor producción potencial de miel se obtuvo el año 2019 con 0,5 g/árbol y 0,2 kg/ha. Los datos obtenidos muestran una tendencia a una disminución en la producción potencial de miel en los últimos años. La Tabla 6.7 resume la producción potencial de miel por árbol y por hectárea de la plantación de *Q. saponaria* estudiada.

Tabla 6.7. Producción potencial de miel por árbol y por hectárea de una plantación de *Q. saponaria* ubicada en el secano costero de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los años 2008-2020

Sp	T	Región	Zona	PPM _{árbol} (g/árbol)	PPM (kg/ha)
QS	2008	OH	Cor-Co	23,2	17,8
QS	2009	OH	Cor-Co	17,9	14,5
QS	2010	OH	Cor-Co	14,4	10,5
QS	2011	OH	Cor-Co	20,9	16,8
QS	2012	OH	Cor-Co	9,0	3,5
QS	2013	OH	Cor-Co	21,4	10,9
QS	2018	OH	Cor-Co	2,9	0,2
QS	2019	OH	Cor-Co	0,5	0,2
QS	2020	OH	Cor-Co	11,5	9,6
				13,5	9,3

Sp= Especie analizada, QS=*Quillaja saponaria*; Sitio= Lugar de muestreo; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo, OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica; Cor-Co= Cordillera de la Costa; PPM_{árbol} = Corresponde a la producción potencial de miel por árbol en gr; PPM= Corresponde a la producción potencial de miel por hectárea en kg.

Estimación de la producción potencial de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay.

Oportunidad de la oferta de recursos florales

Las especies analizadas distribuyen sus periodos de floración entre los meses de agosto a diciembre presentando ligeros traslapes. El año 2019 las floraciones fueron más prolongadas que el año 2020, alcanzando entre los 23 y los 57 días, en cambio el año 2020 los periodos se acortaron entre 10 a 49 días, variando entre las especies y sitios estudiados. La primera especie en florecer corresponde a *P. boldus*, le sigue *A. caven* y *L. caustica*, finalizando con *Q. saponaria*. La especie *C. alba* no registró floración en los sitios analizado. La Tabla 6.8 presenta la oportunidad en la oferta de recursos florales por las principales especies de interés apícola en el bosque y matorral esclerófilo a partir de la fecha de inicio y término de la floración, además de la duración de esta según especie y sitio analizado.

A. caven presenta principalmente una oferta de polen, registrando una floración prolongada, la cual alcanzó una media de 46,5 (N=4) y 29,5 (N=2) días para los años 2019 y 2020 respectivamente. Con una mayor duración para el sitio de Trapenses (56 días para el año 2019) y la menor duración de la floración para el sitio de Sta. Luisa del Tránsito (10 días para el año 2020). Solo sitios ubicados en la Cordillera de la Costa (Sta. Luisa del tránsito y Curacaví) presentaron floración en ambos periodos analizados en cambio no se registró floración de la especie en el sitio de la Precordillera de la Región Metropolitana (Clarillo) para los periodos analizados.

L. caustica presenta una oferta de néctar y polen registrando una duración media de 35,5 (N=2) y 14,5 (N=2) días, con una mayor duración para el sitio de Sta. Luisa del Tránsito (42 días para el año 2019) y la menor duración de la floración para el sitio de Cayru (12 días para el año 2020), ambos sitios ubicados en la Cordillera de la Costa presentaron floración en los dos periodos analizados. En cambio, no se registró floración de la especie en los sitios de Curacaví, Clarillo y Trapenses.

P. boldus presenta una oferta de néctar y polen registrando una duración media de 37,8 (N=4) y 31,0 (N=2) días, con una mayor duración para el sitio de Trapenses (57 días para el año 2019) y la menor duración de la floración para el sitio Cayru (24 días para el año 2020). Solo sitios ubicados en la Cordillera de la Costa (Curacaví y Cayru) presentaron floración en ambos periodos analizados en cambio no se registró floración de la especie en el sitio de la Precordillera de la Región Metropolitana (Clarillo) para los periodos analizados.

Finalmente *Q. saponaria* presenta una oferta de néctar y polen alcanzando una media de 24,3 (N=3) y 25,0 (N=5) días de floración, con una mayor duración para el sitio Cayru (35 días para el año 2020) y la menor duración de la floración para el sitio Trapenses (13 días para el año 2020). Sólo el sitio Cayru registró floración en ambos periodos estudiados.

Tabla 6.8. Oportunidad en la oferta de recursos florales por las principales especies de interés apícola en el bosque y matorral esclerófilo a partir de la fecha de inicio y término de la floración, además de la duración de esta, según especie y sitio analizado.

Sp	Sitio	Región	Zona	Inicio (día-mes)		Término (día-mes)		ΔT (días)	
				2019	2020	2019	2020	2019	2020
AC				18-09		30-11		46,5	29,5
AC	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	23-09	20-09	05-11	30-09	43	10
AC	Curacaví	RM	Cor-Co	18-09	15-09	20-10	03-11	32	49
AC	Clarillo	RM	Precor	-	-	-	-	-	-
AC	Trapenses	OH	Precor	05-10	-	30-11	-	56	-
AC	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	01-10	-	25-11	-	55	-
CA				-		-		-	-
CA	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	-	-	-	-	-	-
CA	Curacaví	RM	Cor-Co	*	-	*	-	*	*
CA	Clarillo	RM	Precor	-	-	-	-	-	-
CA	Trapenses	OH	Precor	-	-	-	-	-	-
CA	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	*	-	*	-	*	*
LC				04-10		15-11		35,5	14,5
LC	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	04-10	11-11	15-11	28-11	42	17
LC	Curacaví	RM	Cor-Co	-	-	-	-	-	-
LC	Clarillo	RM	Precor	-	-	-	-	-	-
LC	Trapenses	OH	Precor	*	*	*	*	*	*
LC	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	15-10	10-11	13-11	22-11	29	12
PB				01-08		27-09		37,8	31,0
PB	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	-	-	24-09	-	50	-
PB	Curacaví	RM	Cor-Co	15-08	23-08	25-09	30-09	41	38
PB	Clarillo	RM	Precor	*	*	*	*	*	*
PB	Trapenses	OH	Precor	01-08	-	27-09	-	57	-
PB	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	01-08	06-08	04-09	30-08	34	24
QS				16-11		26-12		24,3	25,0
QS	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	02-12	-	26-12	-	24	-
QS	Curacaví	RM	Cor-Co	-	28-11	-	20-12	-	22
QS	Clarillo	RM	Precor	-	27-11	-	10-12	-	20
QS	Trapenses	OH	Precor	-	20-11	-	03-12	-	13
QS	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	16-11	15-11	09-2	20-12	23	35

Sp= Especie, AC= *Acacia caven*, CA= *Cryptocarya alba*, LC= *Lithrea caustica*, PB=*Peumus boldus*, QS=*Quillaja saponaria*; Sitio= Lugar de muestreo; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; VA= Valparaíso, RM=Región Metropolitana, OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa, Precor= Precordillera; Inicio= Fecha de inicio de la floración en formato Día-Mes; Término= Fecha de término de la floración en formato Día-Mes; Duración= Duración de la floración en días, se presenta el valor medio de la especie calculado como el promedio de la duración para todos los sitios muestreados; (*) La especie no se encontró en el sitio de muestreo; (-) La especie no registró floración en el sitio de muestreo.

Estimación de la oferta de recursos florales

Proporción de árboles con floración (%Nf)

La proporción de árboles con floración varía por especie y está influenciada por el sitio de estudio (Prueba χ^2 , $p < 0,05$). La mayor proporción la alcanzó *P. boldus* con un 83,3% de los individuos para el año 2019, en cambio la menor proporción la obtuvo *L. caustica* con un 16,3% de los individuos para el año 2020. Los datos por especie y sitio se presentan en el Tabla 6.9.

Tabla 6.9. Valores medios de Proporción de árboles con floración (%Nf) para las principales especies de interés apícola en el bosque y matorral esclerófilo para los años 2019 y 2020.

Sp	Sitio	Región	Zona	%Nf (%)		Media %Nf (%)
				2019	2020	
AC				30,5	31,0	30,7
AC	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	12,4	16,0	14,2
AC	Curacaví	RM	Cor-Co	95,5	90,9	93,9
AC	Clarillo	RM	Precor	-	-	-
AC	Trapenses	OH	Precor	11,4	-	11,4
AC	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	30,4	-	30,4
CA						
CA	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	-	-	-
CA	Curacaví	RM	Cor-Co	*	*	*
CA	Clarillo	RM	Precor	-	-	-
CA	Trapenses	OH	Precor	-	-	-
CA	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	*	*	*
LC				47,2	16,3	38,3
LC	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	58,9	16,3	41,8
LC	Curacaví	RM	Cor-Co	-	-	-
LC	Clarillo	RM	Precor	-	-	-
LC	Trapenses	OH	Precor	*	-	-
LC	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	29,5	-	29,5
PB				83,3	53,4	75,4
PB	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	90,0	14,3	74,9
PB	Curacaví	RM	Cor-Co	100,0	-	100,0
PB	Clarillo	RM	Precor	-	-	-
PB	Trapenses	OH	Precor	83,7	-	83,7
PB	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	73,8	63,1	68,4
QS				64,8	67,9	66,9
QS	Sta. Luisa del Tránsito	VA	Cor-Co	70,8	70,8	70,8
QS	Curacaví	RM	Cor-Co	-	90,0	90,0
QS	Clarillo	RM	Precor	-	60,0	60,0
QS	Trapenses	OH	Precor	-	50,5	50,5
QS	Cayru (Bosque nativo)	OH	Cor-Co	52,9	68,8	63,5

Sp= Especie, AC= *Acacia caven*, CA= *Cryptocarya alba*, LC= *Lithrea caustica*, PB= *Peumus boldus*, QS= *Quillaja saponaria*; Sitio= Lugar de muestreo; Región= Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; VA= Valparaíso, RM=Región Metropolitana, OH=Región del libertador general Bernardo O'Higgins; Zona= Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa, Precor= Precordillera; %Nf= Proporción de árboles con floración, Media de la proporción de árboles en floración.

Número de flores por árbol (NF_a) y por hectárea (NF)

De las especies analizadas el número de flores por árbol más alto lo alcanza *A. caven* con una media de $50,7 \pm 12,7$ mil flores/árbol (N=90 árboles), en

orden de magnitud le sigue *P. boldus*, *L. caustica*, *Q. saponaria* con $30,9 \pm 4,8$; $17,2 \pm 3,0$ y $10,6 \pm 2,2$ mil flores/árbol respectivamente (Gráfico 6.1). *C. alba* no registró floración en ninguno de los sitios estudiados en los periodos analizados.

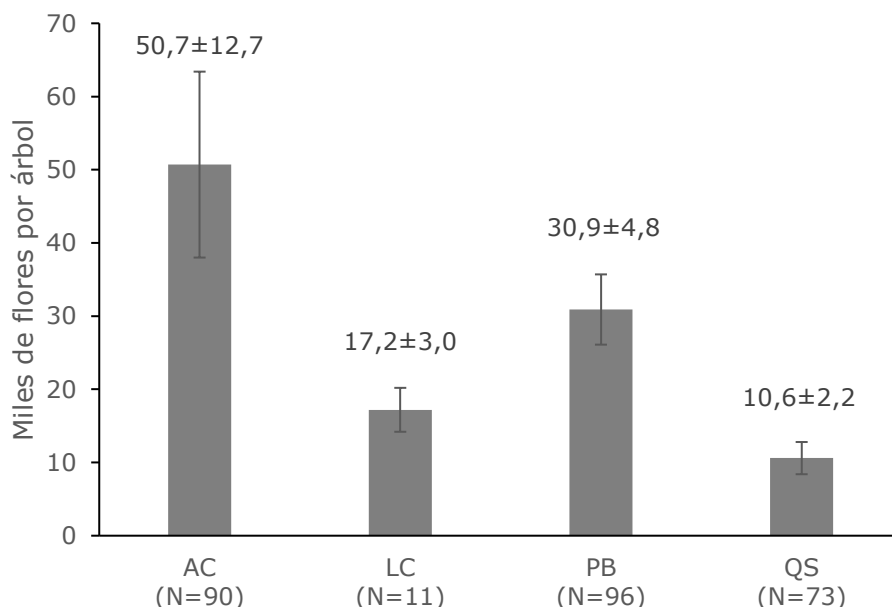


Gráfico 6.1. Promedio de flores por árbol, para cuatro de las cinco especies estudiadas, considerando las floraciones de los años 2019 y 2020. AC= *Acacia caven*, LC= *Lithrea caustica*, PB=*Peumus boldus*, QS=*Quillaja saponaria*; N= Tamaño de la muestra en árboles.

El promedio de flores por hectárea más alto lo registró *A. caven* con 1.140,6 mil flores/ha, concentrando la mayor floración en el sitio Clarillo (4.247,1 mil flores/ha). Le sigue *P. boldus* que registró un promedio de 740,6 mil flores/ha, concentrando la mayor floración en el sitio Trapenses alcanzando las 1.939,2 mil flores/ha. *Q. saponaria* registró un promedio de 192,6 mil flores/ha, concentrando la mayor floración en el sitio Cayru alcanzando las 549,3 mil flores/ha. Finalmente, *L. caustica* registró un promedio de 47,3 mil flores/ha, concentrando la mayor floración en el sitio Sta. Luisa del Tránsito alcanzando las 205,8,2 mil flores/ha. El Gráfico 6.2, presenta la distribución de las medias de floración por hectárea por especie y sitio.

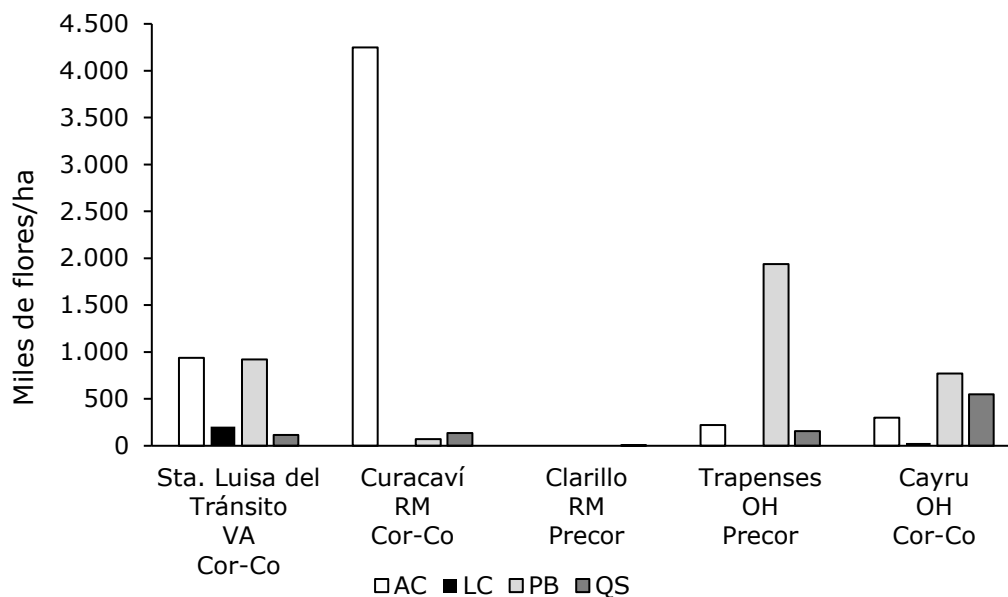


Gráfico 6.2. distribución de las medias de floración por hectárea por especie y sitio. AC= *Acacia caven*, LC= *Lithrea caustica*, PB=*Peumus boldus*, QS=*Quillaja saponaria*; Sitio= Lugar de muestreo; Región administrativa en donde se ubica el sitio de muestreo; VA= Valparaíso, RM=Región Metropolitana, OH=Región del Libertador general Bernardo O'Higgins; Zona geográfica, Cor-Co= Cordillera de la Costa, Precor = Precordillera.

Proporción de flores secretoras de néctar (% F_s) y volumen de néctar secretado por flor en 24 horas (Q)

De las cinco especies estudiadas, se obtuvieron muestras de *C. Alba*, *P. boldus* y *Q. saponaria*. *A. caven* se dejó fuera del análisis al ser una especie que es utilizada por las abejas como fuente de polen y no de néctar. Debido a la baja floración de *C. alba* y considerando la importancia de esta información de la cual no se tiene registro en la literatura, se tomaron muestras en condiciones de cultivo con riego del Arboretum Antumapu, ubicado en la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile.

La proporción de flores secretoras presenta una alta variación entre los años analizados, en donde un 49,5% y un 81,8% de la muestra de flores secretaron néctar para los años 2019 (N=581) y 2020 (N=385) respectivamente. La media de floración para los años estudiados indica que *Q. saponaria* presenta la mayor proporción de flores secretoras con un 78,6% de la muestra y le sigue *P. boldus* con una media de 58,6%.

P. boldus presenta una secreción media de $0,11 \pm 0,01 \mu\text{l}$ (N=365) de néctar por flor en 24 hrs. La secreción media de néctar por flor en 24 hrs más alta se obtuvo en el sitio Cayru con $0,14 \pm 0,01 \mu\text{l}$, le siguen en orden de magnitud los sitios Sta. Luisa del Tránsito (N=65) y Curacaví (N=19) con $0,02 \pm 0,00 \mu\text{l}$ y Trapenses con una media de $0,01 \pm 0,00 \mu\text{l}$ (N=16).

Q. saponaria presenta una secreción media de $0,14 \pm 0,01 \mu\text{l}$ (N=141 flores) de néctar por flor en 24 hrs. La secreción media de néctar por flor en 24 hrs más alta se obtuvo en el sitio Sta. Luisa del tránsito con $0,35 \pm 0,05 \mu\text{l}$ (N=40 flores), le siguen en orden de magnitud los sitios Curacaví y Cayru con $0,12 \pm 0,02 \mu\text{l}$ (N=50) y $0,11 \pm 0,02 \mu\text{l}$ (N=51) respectivamente.

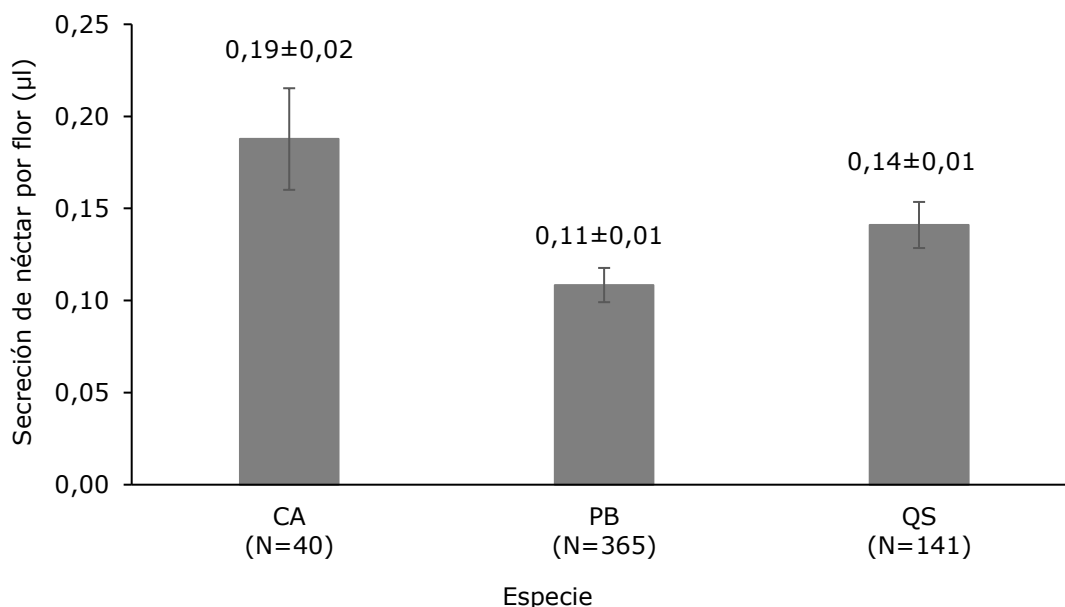


Gráfico 6.3. Secreción de néctar por flor en 24 hrs para tres de las especies estudiadas. CA= *Cryptocarya alba*, PB=*Peumus boldus*, QS=*Quillaja saponaria*. N= Cantidad de flores de la muestra. Los datos obtenidos para CA, fueron tomados del Arboretum Antumapu.

Cuantificación de la concentración de azúcar en el néctar (C)

P. boldus presenta una media de $16,83 \pm 0,82^\circ$ Brix (N=155) para la concentración de azúcar en el néctar. La concentración de azúcar más alta se obtuvo de muestras provenientes de los bosques de Sta. Luisa del tránsito con $22,5^\circ \pm 12,4^\circ$ Brix, le siguen en orden de magnitud los bosques de Cayru el cual obtuvo una media $16,9 \pm 0,8^\circ$ Brix y finalmente Trapenses con una media de $7,5 \pm 1,8^\circ$ Brix.

Q. saponaria presenta una media de $20,39 \pm 1,98^\circ$ Brix (N=83) para el néctar, la mayor concentración se registra para Sta. Luisa del Tránsito con $43,68 \pm 3,09^\circ$ Brix y le sigue Cayru con una media $12,45 \pm 3,3^\circ$

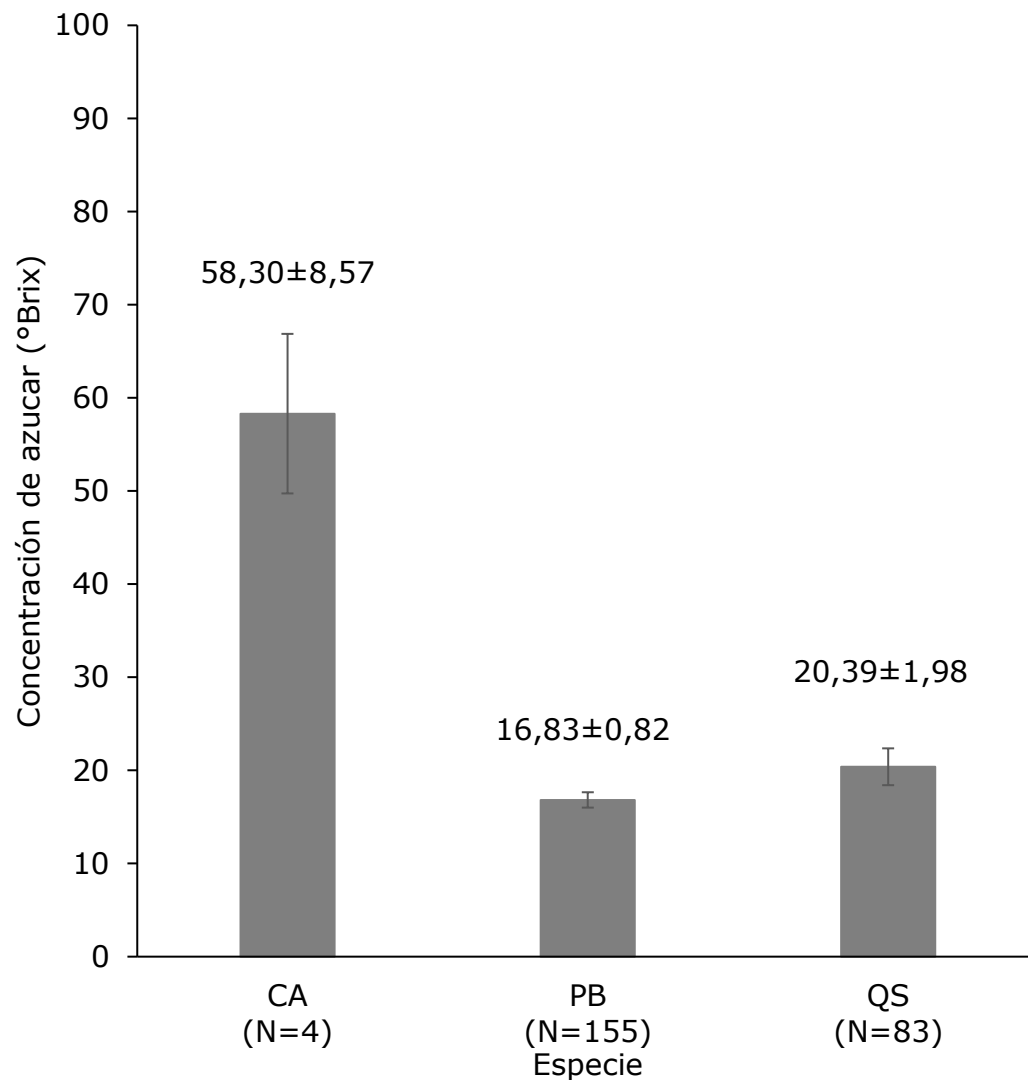


Gráfico 6.4. Concentración de azúcar en el néctar (C) las cuatro especies estudiadas. CA=*Cryptocarya alba*, LC= *Lithrea caustica*, PB=*Peumus boldus*, QS=*Quillaja saponaria*. N= Cantidad de flores de la muestra. Los datos obtenidos para CA, fueron tomados del Arboretum Antumapu.

Cuantificación de la producción potencial de miel (PPM)

Considerando el nivel de información colectado se realizó la estimación de la producción potencial de miel, determinando estos valores para *P. boldus* y *Q. saponaria*.

P. boldus registró una media de 95,7 g/árbol, alcanzando los 2,3 kg/ha. El sitio que registró la mayor producción potencial de miel fue Cayru con 97,0 g/árbol y un total de 3,2 kg/ha. La producción potencial de miel más baja se registró en el sitio Trapenses con una media de 5,8 g/árbol, alcanzando una media de 0,3 kg/ha.

Para *Q. saponaria* se obtuvo una media de 51,6 g/árbol, alcanzando los 0,9 kg/ha. El sitio que registró la mayor producción potencial de miel fue Sta. Luisa del Transito con 297,9 g/árbol y un total de 3,0 kg/ha. La producción potencial de miel más baja se registró en el sitio Cayru con una media de 21,1 g/árbol, alcanzando una media de 1,3 kg/ha.

La suma de la producción de las especies a las que fue posible modelar la producción potencial de miel (*P. boldus* y *Q. saponaria*) indicarían una media para los bosques que presentan ambas especies de 4,0 kg/ha.

Cuantificación de la producción potencial de polen (PPP)

Se colectó un total de 173 muestras, compuestas cada una de un promedio de más de 30 flores. A partir de ellas se determinó el peso seco del polen por flor. No fue posible obtener muestras de *C. alba* debida a su nula floración en los sitios de muestreo.

A. caven registró el peso seco de polen más alto con una media de $90,1 \pm 11,0$ gr de polen por árbol, le siguen en orden de magnitud *P. boldus*, *L. caustica*; *Q. saponaria* y con $54,9 \pm 6,7$; $30,6 \pm 3,7$ y $18,8 \pm 2,3$ gr por árbol respectivamente (Gráfico 6.5).

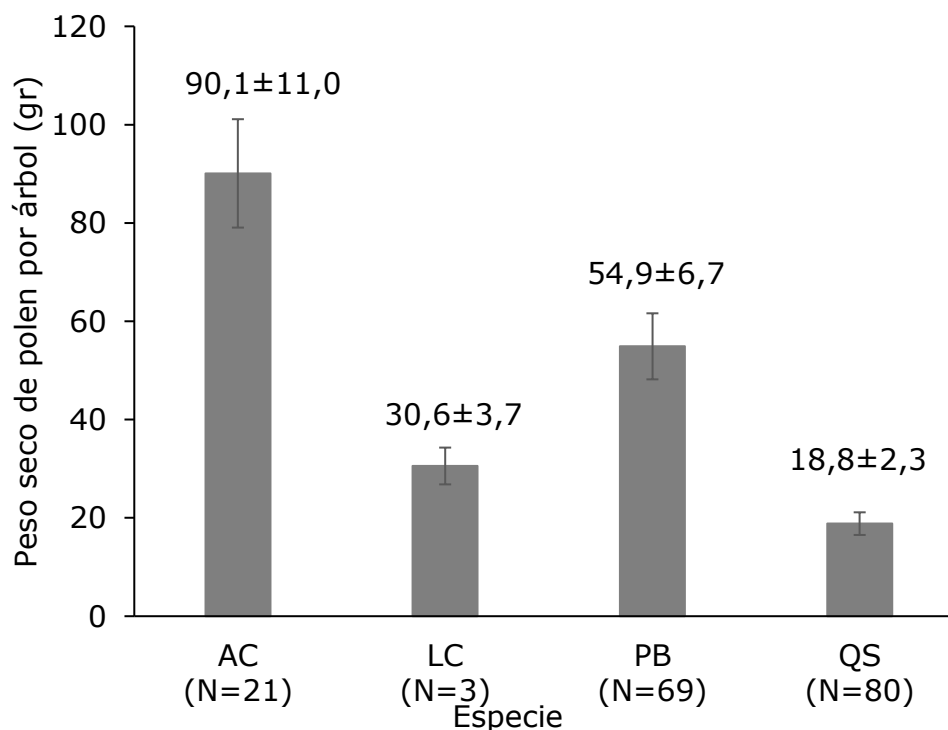


Gráfico 6.5. Peso seco de polen por árbol, de cuatro especies estudiadas. AC= *Acacia caven*, LC= *Lithrea caustica*, PB=*Peumus boldus*, QS=*Quillaja saponaria*. N= Cantidad de flores de la muestra.

A. caven registró una media de 2,0 kg/ha de polen. El sitio que registró la mayor producción de polen fue el sitio Curacaví con 4,6 kg/ha de polen. La menor producción de polen se registró en Sta. Luisa del Tránsito con 0,9 kg/ha.

Para *L. caustica* solo fue posible registrar información en el sitio Cayru con 0,01 kg/ha.

P. boldus registró una media de 0,4 kg/ha de polen. El sitio que registró la mayor producción de polen fue el sitio Sta. Luisa del Tránsito con 0,5 kg/ha de polen. La menor producción de polen se registró en Curacaví con 0,01 kg/ha.

Q. saponaria registró una media de 0,04 kg/ha de polen con igual producción para los sitios de Sta. Luisa del Tránsito y Cayru.

Considerando sólo las especies estudiadas el bosque tendría una producción potencial media de 1,4 kg/ha de polen seco.

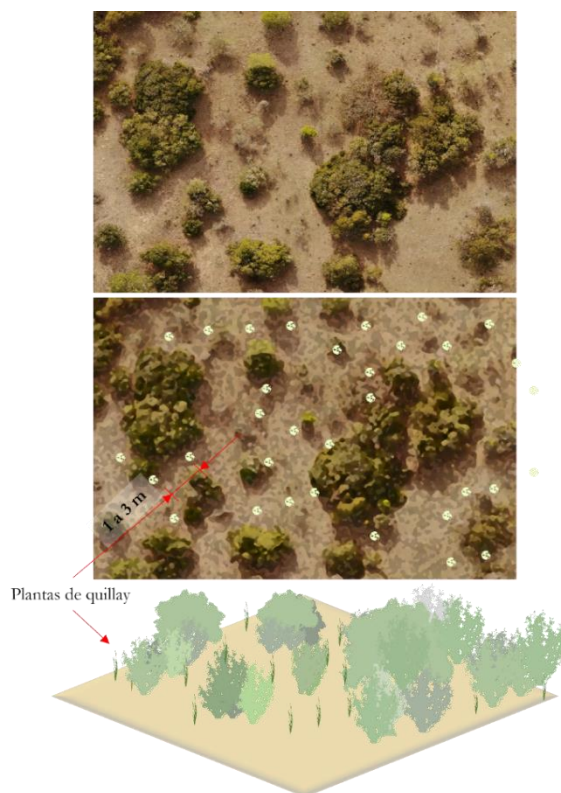
Objetivo Específico 3. Establecer, calcular costos, proyectar y difundir esquemas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola.

En este apartado se presenta un resumen de la información contenida y desarrollada en el manuscrito para publicación del manual de "Plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central", el cual se encuentra en el Anexo 6.

Esquema propuesto para plantaciones suplementarias

A diferencia de los sistemas de plantación convencionales, orientados a generar una estructura regular de los árboles, se propone un esquema modificado de plantación en grupos, constituidos por colectivos conformados por agrupaciones de plantas establecidas entorno a micrositios (Figura 6.9). Este esquema permite establecer los grupos de árboles en micrositios con condiciones favorables disminuyendo el riesgo de mortalidad por herbivoría, daños por viento o desecamiento estival.

Figura 6.9. Esquema de plantación en claros propuesto para plantaciones suplementarias con quillay en bosque esclerófilos degradados. Izquierda vista aérea de claro en bosque degradado apto para la plantación suplementaria. Perfil vertical y horizontal del esquema de plantación suplementaria en claros mostrando la disposición de las plantas de quillay entre los árboles remanentes del bosque esclerófilo degradado.



La cantidad de plantas necesaria para la plantación suplementaria es un aspecto importante para determinar, dado que implica la producción u obtención de estas para la temporada de plantación. La normativa legal vigente en la Tabla de valores para las actividades de la Ley N° 20.283 para la producción maderera y no maderera aplicable desde la III hasta la X regiones, exceptuando la Provincia de Palena, considera subsidiar densidades de plantación suplementaria de 100 y 330 plantas/ha para el Tipo Forestal Esclerófilo. La cantidad de plantas definitiva necesaria para satisfacer las densidades de la plantación suplementaria a subsidiar depende de las siguientes variables:

- La densidad elegida de plantación, en este caso 100 o 330 planta por hectárea.
- La superficie total que se va a plantar considerada en el Plan de Manejo Forestal.
- Las pérdidas de las plantas durante el transporte y almacenamiento temporal en el sitio de plantación antes de la plantación, así como la mortalidad del primer periodo estival. Esto último depende de variables climáticas, de las técnicas de plantación, de la protección de la plantación y de la posibilidad de aplicar riego de establecimiento. Por este motivo es entonces aconsejable contar con una mayor cantidad de plantas (generalmente un 10-20% más) como resguardo para cumplir con las densidades de plantación establecidas en el Plan de Manejo Forestal.

A partir de estas variables también es necesario determinar cuál será el distanciamiento real entre cada planta de la plantación, debido a que por tratarse de una plantación en claros o bajo dosel no se cuenta con la totalidad de la superficie del terreno despejada para la plantación y por lo tanto se debe plantar a una mayor densidad en forma localizada en los claros existentes. Si se contara con todo el terreno despejado para la plantación en forma regular (misma distancia en la línea y entre líneas), para obtener las densidades de 100 y 330 plantas por hectárea, se deberían plantar a una distancia entre plantas de 10x10m y alrededor de 5,5 x 5, 5 m respectivamente. Sin embargo, al plantar bajo dosel y en los claros desprovistos de vegetación leñosa, las densidades locales en cada caso serán superiores para alcanzar la densidad final indicada (100 o 330 plantas por hectárea). Para ello se deben sumar todos los claros en el rodal de plantación y se calcula la superficie real a plantar y la distancia entre plantas para satisfacer una cantidad de 396 planta/ha. Esto se realiza según lo indica la Tabla 6.10.

Tabla 6.10. Superficie del claro y distancia aproximada entre plantas para obtener una densidad de 330 plantas/ha+ un factor adicional de seguridad de aproximadamente 20% de plantas.

Superficie (ha)	Distancia aproximada entre plantas (m)
0,2	2,3
0,3	2,8
0,4	3,2
0,5	3,6
0,6	3,9
0,7	4,2
0,8	4,5
0,9	4,8

Instalación de módulo demostrativo de esquemas de plantación suplementaria de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales apícolas.

El Anexo 7 presenta el informe técnico con las actividades de plantación, evaluación y mantención de un módulo demostrativo de plantación suplementaria de *Quillaja saponaria* en el marco del proyecto 004/2018 "Esquema de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283", financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo. A continuación, se presenta un extracto de este.

El módulo demostrativo corresponde a una plantación suplementaria, con una superficie de aproximadamente 1,3 hectáreas y se encuentra ubicado en el Secano interior de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, provincia de Colchagua, comuna de Pumanque, específicamente en el predio Cayru.

La plantación fue realizada el mes de junio de 2020, plantando 486 plantas, dispuestas en 27 bloques distribuidos aleatoriamente, en los cuales, con fines demostrativos se distribuyeron tres tratamientos, T0 sin obras, T1 con zanjias de infiltración individuales y T2 con pozo de infiltración con piedras (Tabla 6.11)

Tabla 6.11. Diseño del ensayo de plantación suplementaria.

Código	Obra	Descripción	Nº de bloques	Nº de plantas
T0	Sin obra	No se realizan obras asociadas a la casilla de plantación.	9	162
T1	Zanja de infiltración individual	Se excava una zanja para cada planta de 60 cm de largo por 25 cm de ancho y 25 cm de profundidad, ubicada sobre la pendiente con la finalidad de captar agua y mejorar la infiltración	9	161
T2	Pozo de infiltración con piedras.	Se rellena con piedras pequeñas un tubo de PVC, de 10 cm de diámetro y 30 cm de largo que se entierra un costado de la casilla, el cual una rellena la casilla se extrae, para conforma una columna vertical porosa de piedras que mejorar la infiltración del agua.	9	163
Total			27	486

Evaluación de esquema de plantación suplementaria de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales apícolas.

La primera medición registra una baja mortalidad (<5%) en el testigo (T0) y los tratamientos T1 y T2. La mayor supervivencia la alcanzó el tratamiento T1 (99,4%). Esta situación cambia para el año 2021 donde la mortalidad alcanza un 26,1% en el tratamiento T1 y la mayor supervivencia se registra en el tratamiento T2 (86,5%).

Para el año 2021 los diámetros medios obtenidos por tratamiento no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal-Wallis, $p>0,05$) y la tasa de crecimiento medio en diámetro a la altura del cuello, para el periodo 2020-2021, corresponde a 0,7 mm/año. Las alturas medias obtenidas por tratamiento no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal-Wallis, $p>0,05$) y la tasa de crecimiento medio en altura, para el periodo, corresponde a 3,3 cm/año.

Durante el año 2020, el tratamiento T1 registró la mayor proporción (52,8%) de plantas en buen estado y la menor proporción fue registrada por el tratamiento T0 (39,5%). En cambio, para el año 2021, se registra una recuperación ya que todos los tratamientos registraron sobre un 60% de plantas en buen estado, siendo el tratamiento T2 el que registró la mayor proporción (69,9%) de plantas en buen estado y la menor proporción fue registrada por el tratamiento T1 (61,5%). Para el año 2021, sólo dos árboles presentaban el tutor dañado y un 5,2% de las obras realizadas requirieron mantención ya que algunas plantas presentaban un crecimiento de maleza en la zanja (T1) y obstrucción de los pozos de infiltración (T2).

Si bien existen diferencia en el crecimiento por parte de las plantas que presentan obras asociadas, estos resultados constituyen tendencias ya que no resultan significativos estadísticamente como para concluir un efecto por parte de los tratamientos ensayados como la zanja (T1) y el pozo (T2).

Proyectar el crecimiento de la plantación y las ofertas de recursos florales en el mediano plazo

Los datos de la plantación modelados y proyectados mediante 3-PG indican que la plantación en 5 años alcanzaría un diámetro medio de 6,4 cm y un área basal de 1,6 m²/ha. Según los datos obtenidos del seguimiento de la plantación de Cayru, a los 5 años, la plantación comenzaría con una floración inicial de 10,6 Mil flores/ha, lo cual se traduciría en una producción potencial de miel cercana a los 0,1 Kg/ha. A los 10 años la plantación alcanzaría los 13,7 cm de diámetro, con un área basal de 7,1 m²/ha, con una floración de 134,7 Mil flores/ha, registrando una producción potencial de miel de 1,4 kg por hectárea. Finalmente, a los 20 años la plantación alcanzaría los 17,6 cm de diámetro, con un área basal de 17,6 m²/ha, con una floración de 317,6 Mil flores/ha registrado una producción potencial de miel de 3,2 kg por hectárea.

Si se considera que la producción del bosque nativo en el sitio Cayru corresponde al menos a 4,4 kg/ha (*P. boldus*= 3,2 kg/ha y *Q. saponaria* 1,3 kg/ha), el esquema plantación propuesto podría significar un incremento en un 72,7% de la producción potencial de miel en un plazo de 20 años.

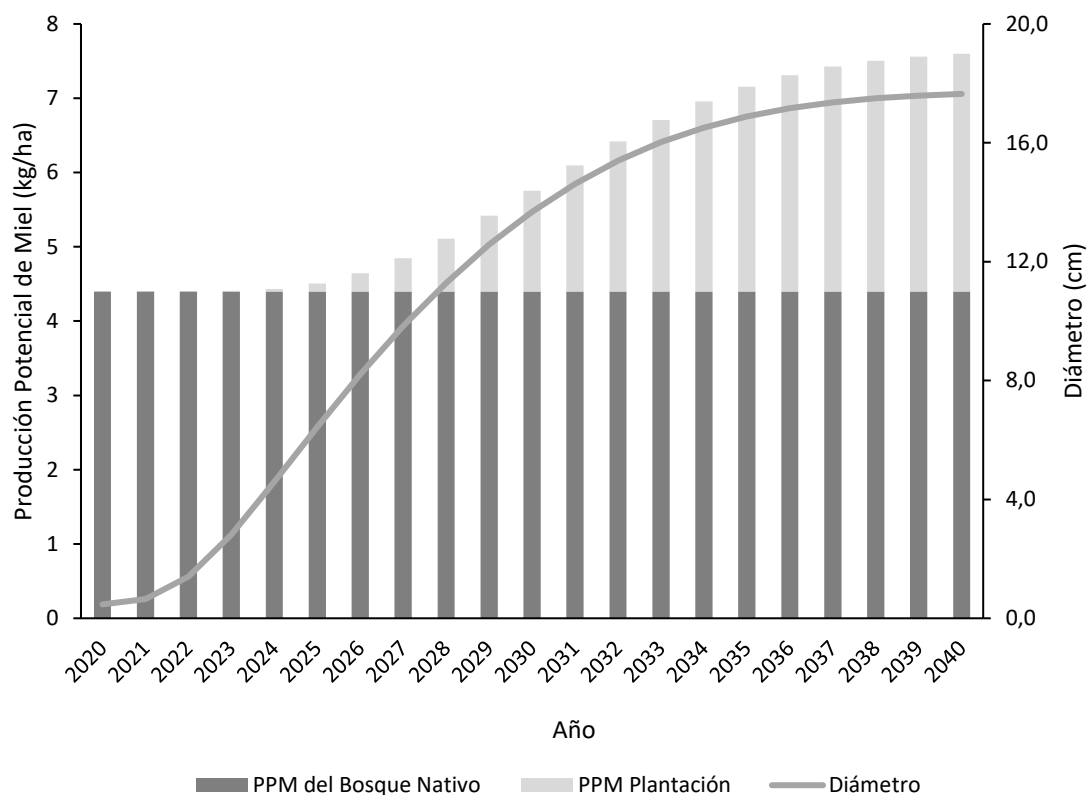


Gráfico 6.6. Proyección del crecimiento de la plantación y las ofertas de recursos florales en el mediano plazo. PPM= Producción potencial de miel.

Elaboración de manual de manejo con esquemas de plantación suplementaria de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales apícolas.

Como resultado en el Anexo 6 se presenta el manuscrito para publicación del manual de plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central, a continuación, se presenta un resumen del contenido de este.

El manual práctico proporciona herramientas prácticas para establecimiento de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie para aumentar la disponibilidad de recursos florales para la apicultura de manera de contribuir a mejorar la efectividad y eficacia de los subsidios estipuladas en la normativa técnico-legal contenida en el artículo 22 de la Ley 20.283. Este constituye un resultado del Proyecto de Investigación 004/2018 "Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283", financiado por el Fondo de Investigación del

Bosque Nativo de CONAF y cuyo objetivo es proponer esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola en el mediano plazo, incentivando el manejo de estos bosques y su uso apícola en el marco de la Ley 20.283.

El Manual en primer lugar introduce al lector en el tema de las plantaciones suplementarias con como una herramienta para aumentar la disponibilidad de recursos florales para la apicultura. En segundo lugar, aborda el establecimiento de las plantaciones suplementarias con quillay abarcado aspectos como: las actividades previas a realizar, los aspectos técnicos legales que rigen la plantación, la preparación del sitio, el establecimiento y la protección del sitio de plantación suplementaria, así como también sugiere medidas para facilitar el establecimiento y desarrollo de las plantas. En tercer lugar, trata las actividades necesarias para el mantenimiento y monitoreo de la plantación. En cuarto lugar, se señalan los costos estimados de la faena de plantación suplementaria. Finalmente, se indican beneficios de la plantación suplementaria para el propietario. Además, se entrega la bibliografía empleada en la elaboración de este manual, los agradecimientos y un glosario para la mejor comprensión de los lectores.

Objetivo Específico 4. Elaborar un manual de uso apícola del bosque esclerófilo que considere en su concepción la visión y necesidades de los apicultores, mediante metodologías participativas.

Como resultado el Anexo 8 presenta el Manuscrito para publicación del Manual apícola de especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile.

El manual, entrega conocimientos y herramientas técnicas para una gestión apícola sustentable, teniendo como base las especies del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile. Está dirigido a profesionales y productores vinculados al ámbito de la apicultura, así como también a aquellos ligados a la planificación y a las políticas públicas de fomento de la actividad apícola. En su primer capítulo se aborda la importancia de las características del bosque y matorral esclerófilo y su flora de interés apícola. Aspectos sobre la morfología floral, biología reproductiva de las plantas, y la importancia para la producción apícola. En su segundo capítulo se entregan 24 fichas con las especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile. Las fichas incluyen nombre, origen y distribución en Chile, descripción botánica, calendario floral para cada especie y la valoración de su aptitud apícola. El tercer capítulo, describe las pautas básicas de manejo del apiario orientado en los criterios para evaluar las especies de aptitud apícola, el registro de floraciones, calendarios florales de interés apícola del bosque y matorral esclerófilo con el fin de mejorar la producción apícola. En cuarto lugar, la importancia de una gestión apícola sustentable basada en el bosque y matorral esclerófilo de la zona central del país. Finalmente, en un quinto capítulo, explica las estrategias en el manejo del bosque como puede aumentar la oferta de néctar y polen, alimentos

fundamentales de las abejas en el paisaje natural. Esto mediante una serie de intervenciones silviculturales (apisilvicultura) que favorecen la producción apícola. El presente manual corresponde a una actividad del proyecto "Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283", financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF.

Objetivo específico 5. Difundir al sector productivo, a entidades gubernamentales sectoriales y universidades, el conocimiento científico-tecnológico generado por el proyecto.

Como difusión de los resultados del proyecto se describen en orden cronológico las siguientes actividades realizadas:

- Participación en el XIV Congreso Latinoamericano de Apicultura FILAPI 2020, realizado del 3 al 7 de noviembre de 2020. En donde se presentó en la modalidad poster el trabajo "Relación entre el contenido polínico en el néctar y la flora apícola de formaciones vegetales con *Quillaja saponaria* (Mol.) en zonas rurales de la Provincia de Colchagua".
- Se realizó el Taller "Apicultura en el bosque y matorral esclerófilo" realizado el día 27 de noviembre de 2020 con la finalidad de presentar el "Manual apícola de especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile" parte del proyecto 004/2018 "Esquema de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283".
- Participación del Seminario Taller "El bosque esclerófilo y los avances en su investigación" organizado por CONAF y FIBN, realizado los días 25 y 26 de octubre de 2021.
- En el marco del proyecto 004/2018, se desarrollaron dos proyectos de memoria de título, el primero titulado "Importancia de *Peumus boldus* Mol. para la producción apícola del bosque esclerófilo en el secano interior de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins" y el segundo titulado "Contribución del bosque esclerófilo a la generación de servicios ecosistémicos apícolas en la zona central de Chile", ambos conducente al Título de Ingeniero Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, desarrollados por las estudiantes Javiera Giha R. y Madeleine Mendoza B.

- Manuscrito para publicación de un artículo de revista científica que se encuentra en preparación para ser enviado una revista del área silvoagropecuaria.

El detalle con los resúmenes, presentaciones y documentos asociados a estas actividades se presentan en los anexos correspondientes.

7. Discusión de resultados

Objetivo específico 1: Caracterizar bosques esclerófilos con presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de esta especie.

Los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantación alcanzan una extensión total de 196.847,4 ha, lo cual equivale al 15,8 % del total del bosque esclerófilo presente en las tres regiones analizadas (1.244.510) según lo reportado por CONAF (2021). Esta cifra indicaría una alta potencialidad de aplicar los incentivos contenidos en la Ley 20.283 dentro de estas regiones.

La segregación según la división político-administrativa de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantación permite determinar aquellas provincias en las cuales los incentivos de la Ley 20.283 pueden ser dirigidos mediante la propuesta de plantaciones suplementarias para uso apícola, siendo en la Región de Valparaíso la Provincia de Petorca, en la Región Metropolitana la Provincia de Melipilla y en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins la Provincia de Colchagua, concentran el 57% de estos bosques.

Es importante señalar, que si se tiene en cuenta la escala a la cual fue levantado el catastro de los recursos vegetacionales de Chile (1:50.000), estas cifras permiten orientar donde se concentran dichos recursos, pero no debe tomarse como un valor final ya que un levantamiento real a escala predial (1:10.000 o 1:5.000) permitiría segregar de forma más detallada estos bosques en concordancia con lo establecido en los planes requeridos para el manejo de estos bosques.

Además, solo un 11 % (21.762,8 ha) de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantación se encuentran a menos de 200 m de cursos o cuerpos de agua o en pendientes superiores al 45%, por lo que se les consideró como susceptibles de ser manejados, pero con restricciones, teniendo en cuenta que como lo indica la Ley 20.283 las intervenciones en dichos bosques deben tener una fundada justificación técnica de los métodos de corta que se utilizarán, así como de las medidas que se adoptarán con los objetivos de proteger los suelos, la calidad y cantidad de los caudales de los cursos de agua, la conservación de la diversidad biológica y de las medidas de prevención y combate de incendios forestales. Si bien la apicultura es una actividad productiva que no presenta un alto impacto para estos bosques la estimación del potencial

segregó estos bosques considerando las posibles limitantes en su intervención.

Por otra parte, los bosques esclerófilos con presencia de quillay presentan como especies acompañantes más relevantes a *Acacia caven*, *Peumus boldus* y *Lithrea caustica*, especies que según la literatura aportan a la producción apícola. Además, según lo observado, estos bosques presentan una estructura degradada con una escasa o nula regeneración por semilla, lo cual indicaría que la plantación suplementaria es una buena opción de intervención para mejorar la productividad de estos bosques e incentivar su recuperación.

Objetivo específico 2. Cuantificar producción de miel y polen de árboles quillay y especies arbóreas acompañantes de interés apícola en bosques esclerófilos susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias de quillay.

Los resultados indican que *Q. saponaria* es una especie con un alto potencial melífero, considerando factores como la oportunidad de su floración, su secreción de néctar por flor, concentración de azúcar en el néctar y alta proporción de individuos que florecen cada año. Los factores analizados en el modelo indicarían, que existe una alta variabilidad temporal (entre años) en la producción potencial de miel de *Q. saponaria*.

Según los resultados obtenidos *Q. saponaria* en la zona central florece entre los meses de noviembre y enero, con un periodo de floración prolongado (media de 26 días para la plantación y 25 días para el bosque nativo), lo cual resulta relevante cuando se considera el manejo de las colmenas, ya que la floración de *Q. saponaria* coincidiría con el momento en que las colmenas se encuentran desarrolladas en tamaño, permitiendo una óptima producción de miel. Si bien esta floración es prolongada, el *peak* de recursos florales ofertados es breve y presenta una variabilidad entre años.

Por otro lado, los resultados obtenidos para la secreción de néctar y concentración de azúcar en el néctar de *Q. saponaria*, se encuentran dentro de lo registrado por otros autores para la especie (Gallardo 1993; Cruz, 2009b; Díaz-Forestier et al., 2009), para otras especies del bosque esclerófilo (Gallardo 1993; Orellana, 2020) y para otras especies de interés apícola en el mundo (Schick y Spürgin, 1997), pero ambos factores presentan variabilidad entre años, siendo más fuerte para la secreción de néctar que para el contenido de azúcar en el néctar.

Si bien los resultados obtenidos para la producción potencial de miel de *Q. saponaria* se encuentran dentro de lo registrado por otros autores (Gallardo 1993; Cruz, 2009b; Díaz-Forestier et al., 2009) esta presenta una fuerte variabilidad entre años, posiblemente asociada a los factores antes mencionados y a la cantidad de flores producida por individuo. La tendencia encontrada a disminuir la cantidad de flores (ya sea por número de individuos florecidos y cantidad de flores por individuo) tanto para la plantación como en el bosque nativo, puede atribuirse a los factores climáticos que predominan en la zona central del país, tales como un déficit

de precipitaciones en los últimos años (Aldunce et al., 2017, Garreaud et al., 2017). Por otro lado, cuando se presentaron flores se observó que estas se encontraron en los estados iniciales de madurez y muchas no se desarrollaron o se cayeron. Esto guardaría relación con heladas y cambios en la distribución de las precipitaciones, presentando eventos de lluvia tardía al inicio del periodo estival afectando el desarrollo floral.

Los resultados de la producción potencial de miel en las especies acompañantes indicarían que existe una potencialidad apícola de estas especies, presentando una oportunidad de floración relevante, altas secreciones de néctar y altas concentraciones de azúcar en el néctar.

Los resultados indican que las especies acompañantes estudiadas distribuyen sus periodos de floración entre los meses de agosto a diciembre de forma continua, presentando ligeros traslapes, esto permitiría una oferta de recursos florales constante, tanto para el adecuado desarrollo de la colmena, como para la producción apícola. Esta temporalidad en el uso de los recursos por parte de la abeja ha sido estudiada por otros autores (Park, 2012; Park y Nieh 2017) resultando en cambios importantes en la dieta de la colmena. Además, es importante mencionar que, autores como Montenegro et al. (1992), analizaron cargas de polen de abejas en la zona central, registrando importantes cargas de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, que indicarían su relevancia como fuente de proteínas de la colmena.

Si bien no fue posible evaluar todas las especies propuestas, debido a que no todas florecieron o la cantidad de flores no permitió análisis más robustos, esta información sustenta lo planteado por otros autores, quienes han observado una periodicidad en la producción de flores como lo menciona Vita (1996), para el caso de *Cryptocarya alba*, especie que presentaría algunos años de mala producción, luego de una serie de años productivos.

Si bien de forma particular las especies acompañantes no parecen ser tan atractivas para la producción apícola, cuando estas se analizan en conjunto el aporte resulta relevante desde el punto de vista de la alimentación de la colmena, entregando un flujo constante de recursos florales en el tiempo.

Objetivo Específico 3. Establecer, calcular costos, proyectar y difundir esquemas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola.

Un esquema modificado de plantación en grupos, conformados por agrupaciones de plantas establecidas entorno a micrositios permitiría establecer los grupos de árboles en micrositios con condiciones favorables, disminuyendo el riesgo de mortalidad por herbivoría, daños por viento o desecamiento estival. Este último punto toma importancia considerando que en un contexto de una sequía prolongada se requieren entre otros factores, el mejorar las técnicas de establecimiento en plantaciones como en restauraciones (Bannister et al., 2018).

A pesar del corto periodo de evaluación, preliminarmente se puede afirmar que después de un periodo estival todos tratamientos ensayados registraron una moderada mortalidad (<26%), donde la mayor mortalidad se alcanza en el tratamiento T1 (26,1%) y la mayor supervivencia se registra en el tratamiento T2 (86,5%).

La zanja individual exhibió una buena sobrevivencia inicial, sin embargo, después de un periodo estival esta disminuyó. Esto podría deberse a que en situaciones con pendiente el poco escurrimiento superficial arrastra material vegetal que rellena la zanja, lo que podría influir en su eficacia para capturar agua.

Respeto del Pozo seco con infiltración de piedra (Coello, et al., 2018), esta resultaría ser una técnica adecuada para *Q. saponaria*, ya que permite una rápida infiltración del agua (Valdecantos et al., 2014). Este autor menciona que la técnica contribuye a la retención de humedad en el suelo, la que contribuye significativamente a la sobrevivencia de una especie mediterránea. Sin embargo, Talamilla, 2021, reporta para plantaciones *Q. saponaria* que al final de la primera temporada de crecimiento, este tratamiento sólo alcanzó un 37,7% de sobrevivencia en la zona central de Chile (RM). Este autor señala que una mezcla de hidrogel y suelo resulta ser una técnica adecuada para *Q. saponaria*, así como también una columna de piedras en la casilla, ya que ambas técnicas reducen el estrés hídrico postrasplante durante la fase de arraigamiento.

Por otro lado, estas técnicas si bien pueden asegurar el éxito de la plantación suplementaria, incrementan sensiblemente los costos de plantación, quedando estas técnicas fuera del monto del subsidio estipulado para recuperar bosques nativos para fines de producción no maderera, o para fines de producción maderera (Cruz et al., 2022).

El esquema de producción propuesto, según los datos proyectados podría incrementar en un 72,7% la producción potencial de miel de los bosques esclerófilo-degradados en Chile central en un plazo de 20 años. Si bien esta estimación fue realizada mediante un modelo de crecimiento y una estimación potencial de la producción de miel, representa un importante esfuerzo en determinar la capacidad apícola de estos ecosistemas y como mejorar su productividad.

El conocimiento generado por el proyecto en materia de plantaciones fue sintetizado en el Manual de plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central, esperando que este sea un documento que permita incentivar su uso las herramientas e incentivos contenidos en la Ley 20.283.

Objetivo Específico 4. Elaborar un manual de uso apícola del bosque esclerófilo que considere en su concepción la visión y necesidades de los apicultores, mediante metodologías participativas.

El Manuscrito para publicación del Manual apícola de especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile, representa un importante esfuerzo en sintetizar el conocimiento existente sobre estos ecosistemas con fines apícolas. El uso de metodologías participativas en su elaboración ayudó a identificar las necesidades de conocimiento que existen por parte de productores apícolas, asesores y personas ligadas al ámbito forestal, esperando que este sea un importante aporte para cubrir dichas necesidades de conocimiento.

Objetivo específico 5. Difundir al sector productivo, a entidades gubernamentales sectoriales y universidades, el conocimiento científico-tecnológico generado por el proyecto.

Las actividades de difusión en las cuales participó el equipo de investigadores del proyecto permitieron difundir los resultados en ámbitos, académico, técnicos y colaborativos, buscando siempre la mayor difusión del conocimiento. Por otra parte, tanto los objetivos principales del proyecto como aquellas investigaciones derivadas en Memorias de Título de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile implican un aporte al conocimiento en materia apícola y del bosque esclerófilo de Chile central.

8. Conclusiones

La alta superficie de bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantación suplementaria indicaría una alta potencialidad de aplicar los incentivos contenidos en la Ley 20.283.

La ubicación geográfica y superficie de estos bosques permiten focalizar la aplicación de estos incentivos, contribuyendo a mejorar la efectividad y eficacia de la normativa técnico-legal contenida en esta ley.

Los bosques estudiados presentan una composición con especies de interés melífero y su estructura degradada con escasa o nula regeneración por semilla indicarían que la plantación suplementaria es una buena alternativa de intervención para mejorar su productividad e incentivar su recuperación.

Q. saponaria es una especie con un alto potencial melífero, considerando la oportunidad de su floración (noviembre-enero), periodo que coincide con el desarrollo productivo de la colmena. Por otro lado, la especie presenta una secreción de néctar por flor y una concentración de azúcar en el néctar similar a otras especies melíferas de Chile y el mundo.

Los resultados de la producción potencial de miel en las especies acompañantes indican que existe una potencialidad apícola de estas especies, presentando una oportunidad de floración interesante y una oferta de recursos florales relevante, que en conjunto permitirían la mantención y el adecuado desarrollo de la colmena.

El esquema de producción propuesto, según los datos proyectados podría incrementar la producción potencial de miel de los bosques esclerófilo-degradados en Chile central. Si bien esta representa la potencialidad de la producción de miel, resulta en un importante esfuerzo en determinar la capacidad apícola de estos ecosistemas y como mejorar su productividad.

Los manuscritos de manuales generados por el proyecto, sumados a las actividades de difusión realizadas representa un importante esfuerzo en sintetizar el conocimiento en materia apícola y del bosque y matorral esclerófilo, en el contexto de la Ley 20.283.

9. Bibliografía

ALDUNCE P, ARAYA D, SAPIAIN R, RAMOS I, LILLO G, URQUIZA A, GARREAUD R (2017) Local Perception of Drought Impacts in a Changing Climate: The Mega-Drought in Central Chile. *Sustainability* 9:2053. doi: 10.3390/su9112053

ARMESTO, J. J.; M. E. BUSTAMANTE-SÁNCHEZ; M. DIAZ; M. GONZÁLEZ; A. HOLZ; M. NUÑEZ-ÁVILA y C. SMITH-RAMIREZ. 2009. Fire Disturbance Regimes, Ecosystem Recovery and Restoration Strategies in Mediterranean and Temperate Regions of Chile. En: CERDÁ, A.; P. ROBICHAUD y M. HAIGH (EDS.). *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*. Oxford Brookes University, Oxford, UK: Science Publishers.

BANNISTER, J.R.; VARGAS-GAETE, R.; OVALLE, J.F.; ACEVEDO, M.; FUENTES-RAMIREZ, A.; DONOSO, P.J.; PROMIS, A.; SMITH-RAMÍREZ, C. 2018. Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile. *Restoration Ecology* 26:1039–1104

BARRIENTOS, L.; C. L. HERRERA; G. MONTENEGRO; X. ORTEGA; J. VELOZ; M. ALVEAR; A. CUEVAS; N. SAAVEDRA y L. A. SALAZAR. 2013. Chemical and botanical characterization of Chilean propolis and biological activity on cariogenic bacteria *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. *Brazilian Journal of Microbiology*. 44(2):577-585.

BELLO, M. A.; J. A. HAWKINS y P. J. RUDALL. 2007. Floral morphology and development in Quillajaceae and Surianaceae (Fabales), the species-poor relatives of Leguminosae and Polygalaceae. *Annals of Botany*. 100(7):1491-1505.

BERNIER, G.; A. HAVELANGE; C. HOUSSA; A. PETITJEAN y P. LEJEUNE. 1993. Physiological signals that induce flowering. *The Plant Cell*. 5(10):1147.

BONILLA, S. 2007. Análisis del establecimiento de plantas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) frente a la interacción de los factores micorrización, riego y guano de cerdo en el secano interior de la Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Universidad Mayor. 110p.

BRAVO R. 2011. Silvicultura para el uso Industrial del Quillay. Informe Gestión 2011. Actividades y presentación de resultados. Documento Técnico. Santiago, Chile: Natural Response S.A. 19p.

BURSCHEL, H. 2016. [En línea] Compensación ambiental y captura de CO₂: Opciones para sectores público y privado - Lignum. Disponible en <http://www.lignum.cl/reportajes/compensacion-ambiental-y-captura-de-co2-opciones-para-sectores-publico-y-privado/> (noviembre de 2017).

BUTTERFIELD, R. P. 1995. Promoting biodiversity: advances in evaluating native species for reforestation. *Forest Ecology and Management*. 75(1-3):111–121.

- CAMPBELL, D. R. 1996. Evolution of floral traits in a hermaphroditic plant: field measurements of heritability and genetic correlations. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*. 50(4):1442-1453.
- CONAF-CONAMA-BIRF, 1999. Proyecto "Catastro y Evaluación de los Recursos vegetales Nativos de Chile".
- CORBET, S. A. 2003. Nectar sugar content: estimating standing crop and secretion rate in the field. *Apidologie*. 34(1):1-10.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2011. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile, Monitoreo de cambios y actualizaciones, Período 1997- 2011. Santiago, Chile: Lom Ediciones. 25p.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2017. [En línea] Reportes. Disponible en <http://www.concursolbn.conaf.cl/reportes/general/index.php> (noviembre de 2017).
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2020. [En línea] Estadísticas forestales. Disponible en <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/estadisticas-forestales/> (enero 2022).
- COELLO, J.; A. AMEZTEGUI; P. ROVIRA; C. FUENTES y M. PIQUÉ. 2018. Innovative soil conditioners and mulches for forest restoration in semiarid conditions in northeast Spain. *Ecological Engineering*. 118:52-65.
- CRUZ, G.; TAPIA, P. VARELA, N Y BRAVO, R. 2022. Plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central. Corporación Nacional Forestal -Fondo de Investigación de Bosque Nativo. Santiago. 56 p (Manuscrito para impresión)
- VALDECANTOS, A., FUENTES, D., SMANIS, A., LLOVET, J., MORCILLO, L., BAUTISTA, S., 2014. Effectiveness of Low-Cost Planting Techniques for Improving Water Availability to *Olea europaea* Seedlings in Degraded Drylands. *Restor. Ecol.* 22, 327-335. <https://doi.org/10.1111/rec.12076>.
- CRUZ, G. 2009. Evaluación del potencial melífero y polinífero de plantaciones de quillay y de bosque nativo esclerófilo. Informe Técnico. Santiago, Chile: Desert King Chile, CORFO. 32p.
- CRUZ, G. 2009b. Potencialidades de plantaciones y bosques de quillay para la producción apícola. Informe Técnico. Santiago, Chile: Natural Response S.A. 35p.
- CRUZ, G. 2013. Propuesta silvicultural para el manejo sustentable con fines industriales en bosques naturales con quillay (*Quillaja saponaria*) en Chile central. pp. 19-37. En: DONOSO, P. y A. PROMIS (EDS.). *Silvicultura en bosques nativos: avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda*. Valdivia, Chile: Marisa Cuneo Ediciones.
- CRUZ, G.; E. ARELLANO y A. PULIDO. 2000. Innovaciones en el manejo y uso industrial del Quillay. *Agronomía y Forestal UC*. 6:21-25.

- CRUZ, G.; M. T. SERRA y M. GALLARDO. 2008. Flora de aptitud apícola del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile. Informe Técnico. Santiago, Chile: Natural Response S.A. 85p.
- DE LA FUENTE, L. y J. GAETE. 2001. Evaluación del desarrollo vegetativo y factibilidad económica de producción de plantas de quillay en un cultivo hidropónico. Proyecto para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Mayor. 15p.
- DÍAZ-FORESTIER, J.; M. GÓMEZ y G. MONTENEGRO. 2009. Nectar volume and floral entomofauna as a tool for the implementation of sustainable apicultural management plans in *Quillaja saponaria* Mol. Agroforestry Systems. 76(1):149-162.
- DÍAZ-FORESTIER, J.; M. GÓMEZ; J. L. CELIS-DIEZ y G. MONTENEGRO. 2016. Nectary structure in four melliferous plant species native to Chile. Flora. 221:100-106.
- DONOSO, C. 2013. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina, autoecología. Santiago, Chile: María Cuneo Ediciones. 688p.
- DONOSO, C. y A. CABELLO. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 2(1):31-41.
- ESPINOZA, S. E.; R. E. SANTELICES; A. M. CABRERA y C. R. MAGNI. 2017. Interactive effects of water stress, container size and fertilizer on survival, gas exchange and morphological traits of *Quillaja saponaria* seedlings. Bosque (Valdivia). 38(2):409-414.
- ESTÉVEZ, J. 1994. Caracterización del rebrote en cepas de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) Fundo El Toyo, Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 97p.
- EZQUERRA, M. 2003. Evaluación de técnicas de establecimiento de plantación con quillay *Quillaja saponaria* Mol. en el secano interior de la Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Mayor. 73p.
- FAEGRI, K. y L. VAN DER PIJL. 1979. The principles of pollination ecology. Oxford, New York: Pergamon Press. 244p.
- FERNÁNDEZ, F. E.; C. M. OVALLE; J. L. AVENDAÑO y A. L. D. POZO. 2007. Rehabilitación y restauración de agroecosistemas degradados. Experiencia en el secano interior mediterráneo de Chile. Revista Brasileira de Agroecología. 2(1):1044-1047.
- FUNDACION PARA LA INOVACIÓN AGRARIA FIA. 2013. Agroforestería incluyendo quillay como especie principal, para mejorar la sustentabilidad de la industria de extractos naturales. Consultoría Natural Response. Santiago, Chile: FIA, Natural Response. 82p.
- GAJARDO, R. 1981. Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral esclerófilo. Monografías Biológicas. 1(1):55-63.

GALLARDO, M. 1993. Proposición de un modelo y evaluación de variables para estimar el potencial melífero y polinífero de la vegetación para la apicultura. Memoria para optar al Título profesional de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. 73p.

GALLARDO, S. y C. GASTO. 1987. Estado y planteamiento hipotético del cambio de estado del ecosistema de *Quillaja saponaria* (Mol.). Santiago, Chile: Central de Apuntes, Ingeniería UC. 248p.

GÁLVEZ, F. A. 2006. Evaluación del efecto de las zanjas de infiltración en el establecimiento de ensayos de *Eucalyptus globulus labill* y *Quillaja saponaria* Mol., en la zona semiárida, Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Santo Tomás. 72p.

GARREAUD RD, ALVAREZ-GARRETON C, BARICHIVICH J, BOISIER JP, CHRISTIE D, GALLEGUILLOS M, LEQUESNE C, MCPHEE J, ZAMBRANO-BIGIARINI M 2017. The 2010–2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences* 21:6307–6327. doi: 10.5194/hess-21-6307-2017

HESSE, M. 2009. Pollen terminology: an illustrated handbook. Wien; New York: Springer. 261p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Santiago, Chile: Ministerio de Economía. Gobierno de Chile.

JEAN-PROST, P. y. LE CONTE. 2007. Apicultura conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. Madrid, España: Mundi-Prensa. 790p.

KEEFE, K.; J. A. A. ALAVALAPATI y C. PINHEIRO. 2012. Is enrichment planting worth its costs? A financial cost–benefit analysis. *Forest Policy and Economics*. 23(Supplement C):10-16.

KERESZTESIS, B. 1988. The Black locust. Budapest: Akadémiai kiadó. 196p.

KOORNNEEF, M.; C. ALONSO-BLANCO; H. BLANKESTIJN-DE VRIES; C. J. HANHART y A. J. PEETERS. 1998. Genetic interactions among late-flowering mutants of *Arabidopsis*. *Genetics*. 148(2):885-892.

LAMB, D. y D. GILMOUR. 2003. Rehabilitation and Restoration of Degraded. France: UCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK in collaboration with WWF, Gland, Switzerland. 110p.

LEE, S. G. y P. FELKER. 1992. Influence of water/heat stress on flowering and fruiting of mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*). *Journal of arid environments*. 23:309-319.

MALFANTI, O. A. 2004. Evaluación de diferentes técnicas de establecimiento en un ensayo de *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay), en la zona semiárida de la Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal.

Santiago, Chile: Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Santo Tomás. 97p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2008. LEY N° 20.283. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento foresta. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, 30 de julio de 2008.

MIRALLES, B. 2001. Evaluación de dos tipos de tubos protectores en el establecimiento de *Quillaja saponaria* Mol. en el secano de la Sexta Región. Proyecto para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 58p.

MONTENEGRO, G.; GÓMEZ, M. y ÁVILA G. 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* en el área de la Reserva Nacional de los Ruiles, VII Región de Chile. Acta Botánica Malacitana 17:167-174.

MONTENEGRO, G. y C. FREDES. 2008. Relación entre el origen floral y el perfil de elementos minerales en mieles chilenas. Gayana. Botánica. 65(1):122-125.

MONTENEGRO, G.; J. DÍAZ-FORESTIER; C. FREDES y S. RODRÍGUEZ. 2013. Phenolic profiles of nectar and honey of *Quillaja saponaria* Mol. (Quillajaceae) as potential chemical markers. Biological Research. 46(2):177-182.

MONTENEGRO, G.; R. C. PEÑA y R. PIZARRO. 2010. Multivariate analysis of pollen frequency of the native species *Escallonia pulverulenta* (Saxifragaceae) in Chilean honeys. Brazilian Journal of Botany. 33(4):615-630.

MONTENEGRO, G.; R. PIZARRO; G. AVILA; R. CASTRO y C. RÍOS. 2003. Origen botánico y propiedades químicas de las mieles de la Región Mediterránea Árida de Chile. Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura. 30(3):161-174.

MUÑOZ, O.; R. C. PEÑA; E. URETA; G. MONTENEGRO y B. N. TIMMERMANN. 2001. Propolis from Chilean Matorral Hives. Zeitschrift für Naturforschung C. 56(3-4)

ORELLANA, F. 2020. Producción potencial de miel de una población de *Kageneckia angustifolia* D. Don ubicada en el sector Lagunillas, comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Universidad de Chile. 32p.

OVALLE, J. y E. ARELLANO. 2013. Development of root morphology in response to nutritional regimens in *Quillaja saponaria* (Mol.) seedlings. Simiente. 83:115-117.

PACINI, E.; M. NEPI y J. L. VESPRINI. 2003. Nectar biodiversity: a short review. Plant Systematics and Evolution. 238:7-21.

PARK, B. 2012. The pollen foraging ecology of honeybees (*Apis mellifera*) in a fragmented environment. Thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of Science in Biology. San Diego, United State: University of California. 29p.

PARK, B. y J. C. NIEH. 2017. Seasonal trends in honeybee pollen foraging revealed through DNA barcoding of bee-collected pollen. *Insectes Sociaux*. 64(3):425-437.

PERRET, S.; S. GACITUA y E. VILLALOBOS. 2012. Huertos melíferos sustentabilidad para la producción apícola. Manual 46. Santiago, Chile: Instituto Forestal (INFOR). 78p.

PETANIDOU, T. 1999. Long-term intraspecific variations in nectar secretion in the phrygana: implications for ecological management. pp. 480-489. En: LEKKAS, T. (ED.). Proceedings of the 6th International Conference of Environmental Science and Technology. Atenas, Grecia: Dept. of Environmental Studies University of the Aegean.

PETANIDOU, T. 2007. Ecological and evolutionary aspects of floral nectars in Mediterranean habitats. pp. 343-375. En: PACINI, E. y M. NEPI (EDS.). Nectaries and Nectar. Dordrecht: Springer.

PETANIDOU, T. y E. SMETS. 1996. Does temperature stress induce nectar secretion in Mediterranean plants? *New Phytologist*. 133(3):513-518.

PRADO, D. J. 1979. Respuesta del quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) a variaciones en el método de plantación. Informe Técnico 66. Chile: Instituto Forestal. 22p.

PREHN, D.; C. SERRANO; C. G. BERRIOS y P. ARCE-JOHNSON. 2003. Micropropagación de *Quillaja saponaria* Mol. a partir de semillas. *Bosque* (Valdivia). 24(2):3-12.

QUINTANA, A. C. 2008. Biomasa Aérea y contenido de Carbono en una plantación de *Quillaja saponaria* Mol. del secano interior de Chile. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 44p.

QUIROZ, I.; A. HERNÁNDEZ; E. GARCÍA; M. GONZALEZ y H. SOTO. 2011. Comportamiento en terreno de plantas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), producidas en diferentes volúmenes de contenedor. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile*. 17(2):163-174.

QUIROZ, I.; M. GONZÁLEZ; A. HERNÁNDEZ; H. SOTO; E. PINCHEIRA y M. PINCHEIRA. 2012. Efecto del tamaño de contenedor sobre el crecimiento en vivero y comportamiento en terreno de plantas de *Quillaja saponaria* Mol. establecidas en Florida, Región del Bio. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile*. 18(2):21-37.

RODRÍGUEZ, R. y J. P. ELISSETCHE. 2005. Árboles en Chile. Concepción, Chile: Editorial Universidad de Concepción. 183p.

Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, R.; Sánchez, P.

- y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.
- RODRÍGUEZ, R.; O. MATTHEI y M. QUEZADA. 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile: Editorial Universidad de Concepción. 408p.
- SAN MARTÍN, R. y R. BRIONES. 1999. Industrial uses and sustainable supply of *Quillaja saponaria* (Rosacea) Saponins. Economic Botany. 53(3):302-311.
- SAN MARTÍN, R. y R. BRIONES. 2000. Quality control of commercial quillaja (*Quillaja saponaria* Molina) extracts by reverse phase HPLC. Journal of the Science of Food and Agriculture. 80(14):2063-2068.
- SCHICK, B. y A. SPÜRGIN. 1997. Die Bienenweide. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, E. 216p.
- SCHWARTZ, M. 2013. Introduction. pp. 1-5. En: SCHWARTZ, M. (ED.). Phenology: An Integrative Environmental Science. Dordrecht: Springer.
- SHUEL, R. 1992. The production of nectar and pollen. pp. 401-425. En: The Hive and the Honeybee. Hamilton, United States: Dadant and Sons.
- SHUEL, R. W. 1955. Nectar secretion in relation to nitrogen supply, nutritional status, and growth of the plant. Canadian Journal of Agricultural Science. 35(2):124-138.
- TAPIA, P. 2014. Producción potencial de miel de una plantación de *Quillaja saponaria* Mol., ubicada en la zona central de Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 47p.
- VALENZUELA, L. M. 2007. Evaluación de un ensayo de riego y fertilización de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), en la Comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 66p.
- VEGA, A. y D. PREHN. 2005. Inducción e inicio de maduración in vitro de tejido embriogénico de *Quillaja saponaria*. Ciencia e Investigación Agraria. 32(3):156-166.
- VIDAL, J.; D. Ríos, A.; Sabja; P. Cartes; O. Sánchez. 2016. Organogénesis directa para la propagación in vitro de *Quillaja saponaria* Molina en Sudamérica Austral. Revista mexicana de ciencias forestales. 7(34):57-68.
- VITA, A. 1974. Algunos antecedentes para la silvicultura del quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 31p.
- VITA, A. 1993. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Documento de trabajo 21. Chile: CONAF. 241p.
- VITA, A. 1996. Los Tratamientos Silviculturales. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. 147 p.

- WEBER, M.; B. STIMM y R. MOSANDL. 2011. Review Plantations for Protective Purposes and Rehabilitation. pp. 475-490. En: *Silviculture in the Tropics*. Berlin, Germany: Springer.
- WEINER, C. N.; A. HILPERT; M. WERNER; K. E. LINSENMAIR y N. BLÜTHGEN. 2010. Pollen aminoacids and flower specialisation in solitary bees. *Apidologie*. 41(4):476-487.
- WIBERG, S. 1991. Factores que influyen en la germinación y producción de plantas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 134p.
- WRANN, H. J. y L. P. INFANTE. 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona árida de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal*. 2(3):13-25.
- WYATT, R.; S. B. BROYLES y G. S. DERDA. 1992. Environmental influences on nectar production in Milkweeds (*Asclepias syriaca* and *A. exaltata*). *American Journal of Botany*. 79(6):636-642.
- ZIMMERMAN, M. 1988. Néctar production, flowering phenology, and strategies for pollination. In: J. Lovett-Doust & L. Lovett-Doust (eds.), *Plant reproductive ecology: Patterns and strategies*: 157-178. Oxford.
- ZIMMERMAN, M. y G. PYKE 1986. Reproduction in *Polemonium*: Patterns and implications of floral néctar production and standing-crop. *Amer. J. Bot.* 73:1405-1415.

ANEXOS

ANEXO 1. Resumen de variables dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias para el sitio Sta. Luisa del Tránsito, (Región de Valparaíso, Cordillera de la Costa); Di =Clase diamétrica basal de la cepa/árbol en cm, Dic= Centro de clase diamétrica basal en cm; Sp= Especie, QS, *Quillaja saponaria*; AC, *Acacia caven*; LC, *Lithrea caustica*; PB, *Peumus boldus*; CA, *Cryptocarya alba* y SL *Schinus latifolius* ; NHA= Número de cepas o árboles por hectárea; GHA =Área basal en m²/ha; H=Altura media en metros, NHAT= Número de cepas o árboles totales por hectárea; Gha =Área basal total en m²/ha; H =Altura dominante en metros.

Di	Dic	QS			AC			LC			PB			CA			SL			NHAT	GHAT	H
		NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H			
< 5	2,5	2,5	0,0	1,6	115,0	0,1	1,1	15,0	0,0	1,1	2,5	0,0	1,1	5,0	0,0	4,1	7,5	0,0	2,3	147,5	0,1	4,1
5 10	7,5	-	-	-	65,0	0,3	1,5	15,0	0,1	2,4	7,5	0,0	6,0	7,5	0,0	4,3	-	-	-	95,0	0,4	6,0
10 15	12,5	5,0	0,1	4,7	85,0	1,0	2,3	7,5	0,1	3,4	30,0	0,4	26,8	2,5	0,0	3,3	12,5	0,2	4,9	142,5	1,7	26,8
15 20	17,5	-	-	-	45,0	1,0	2,7	-	-	-	12,5	0,3	3,5	2,5	0,1	4,2	5,0	0,1	4,2	65,0	1,5	4,2
20 25	22,5	-	-	-	12,5	0,4	3,1	-	-	-	2,5	0,1	13,0	-	-	-	2,5	0,1	4,5	17,5	0,7	13,0
25 30	27,5	2,5	0,2	8,9	2,5	0,1	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,1	4,8	7,5	0,3	8,9
30 35	32,5	-	-	-	-	-	-	2,5	0,2	4,2	2,5	0,2	4,5	2,5	0,2	13,0	-	-	-	7,5	0,6	13,0
35 40	37,5	2,5	0,3	7,7	-	-	-	-	-	-	7,5	0,8	4,5	-	-	-	-	-	-	10,0	1,0	7,7
40 45	42,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,3	6,8	-	-	-	-	-	-	2,5	0,6	6,8
45 50	47,5	2,5	0,5	9,4	-	-	-	-	-	-	2,5	0,4	5,2	-	-	-	-	-	-	5,0	0,4	9,4
50 55	52,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
55 60	57,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60 65	62,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65 70	67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 75	72,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75 80	77,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		15,0	1,0	9,4	325,0	3,0	4,0	40,0	0,3	4,2	70,0	2,6	26,8	7,5	0,2	13,0	30,0	0,5	4,9	500,0	7,8	26,8

ANEXO 2. Resumen de variables dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias para el sitio Curacaví (Región de Valparaíso, Cordillera de la Costa); Di =Clase diamétrica basal en cm, Dic= Centro de clase diamétrica basal en cm; QS, *Quillaja saponaria*; AC, *Acacia caven*; KO, *Kageneckia oblonga*, LC, *Lithrea caustica*; PB, *Peumus boldus* y SL=*Schinus latifolius*, NHA= Número de cepas o árboles por hectárea; GHA =Área basal en m²/ha; H=Altura media en metros, NHAT= Número de cepas o árboles totales por hectárea; GHAT =Área basal total por hectárea m²/ha; H =Altura dominante en metros.

Di	Dic	QS			AC			KO			LC			PB			SL			NHAT	GHAT	H
		NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H			
< 5	2,5	-	-	-	2,5	0,0	1,9	5,0	0,0	1,6	-	-	-	-	-	-	2,5	0,0	2,1	5,0	0,0	2,1
5 10	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 15	12,5	-	-	-	2,5	0,0	4,0	5,0	0,1	4,8	2,5	0,0	3,6	-	-	-	-	-	-	5,0	0,1	4,0
15 20	17,5	5,0	0,1	5,1	7,5	0,2	3,9	2,5	0,1	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	0,2	5,1
20 25	22,5	-	-	-	12,5	0,5	4,5	2,5	0,1	5,3	-	-	-	-	-	-	2,5	0,1	4,4	15,0	0,7	4,5
25 30	27,5	-	-	-	2,5	0,1	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,1	6,0
30 35	32,5	5,0	0,4	6,6	2,5	0,2	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	0,2	6,9
35 40	37,5	2,5	0,3	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,3	6,5	-	-	-	5,0	0,6	8,3
40 45	42,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
45 50	47,5	2,5	0,5	16,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	16,0
50 55	52,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	7,1	-	-	-	2,5	1,0	7,1
55 60	57,5	2,5	0,6	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	10,1
60 65	62,5	2,5	0,8	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,6	14,0
65 70	67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
70 75	72,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75 80	77,5	2,5	1,1	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	15,6
Total		22,5	3,7	16,0	30,0	1,1	6,9	15,0	0,3	5,3	2,5	0,0	3,6	5,0	0,8	7,1	5,0	0,1	4,4	65,0	4,6	16,0

ANEXO 3. Resumen de variables dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias para el sitio Río Clarillo, (Región Metropolitana , Precordillera); Di =Clase diamétrica basal de la cepa/árbol en cm, Dic= Centro de clase diamétrica basal en cm; Sp= Especie QS, *Quillaja saponaria*; AC, *Acacia caven*; LC, *Lithrea caustica*; CA, *Cryptocarya alba*; NHA= Número de cepas o árboles por hectárea; GHA =Área basal en m²/ha; H=Altura media en metros, NHAT= Número de cepas o árboles totales por hectárea; Gha =Área basal total en m²/ha; H =Altura dominante en metros.

Di	Dic	QS			AC			LC			CA			NHAT	GHAT	H
		NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H			
< 5	2,5	-	-	-	17,5	0,0	1,8	47,5	0,0	2,1	-	-	-	65,0	0,1	2,1
5 10	7,5	-	-	-	55,0	0,3	3,5	85,0	0,4	3,2	-	-	-	140,0	0,7	3,5
10 15	12,5	7,5	0,1	4,5	45,0	0,6	3,3	80,0	0,9	4,0	-	-	-	132,5	1,5	4,5
15 20	17,5	7,5	0,2	5,1	12,5	0,3	3,9	55,0	1,3	4,4	-	-	-	75,0	1,7	5,1
20 25	22,5	12,5	0,5	8,8	7,5	0,3	4,2	55,0	2,3	5,2	-	-	-	75,0	2,8	8,8
25 30	27,5	7,5	0,4	8,2	10,0	0,5	3,8	42,5	2,5	5,6	-	-	-	60,0	3,6	8,2
30 35	32,5	2,5	0,2	11,0	2,5	0,2	4,2	17,5	1,4	5,3	-	-	-	22,5	2,0	11,0
35 40	37,5	-	-	-	2,5	0,3	4,8	12,5	1,3	6,4	-	-	-	15,0	1,8	6,4
40 45	42,5	2,5	0,3	8,3	-	-	-	5,0	0,7	8,1	-	-	-	7,5	0,7	8,3
45 50	47,5	5,0	0,9	10,2	-	-	-	2,5	0,4	5,0	-	-	-	7,5	0,8	10,2
50 55	52,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	8,7	2,5	0,9	8,7
55 60	57,5	2,5	0,6	10,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	10,2
60 65	62,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
65 70	67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 75	72,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75 80	77,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		47,5	3,3	11,0	152,5	2,4	4,8	402,5	11,4	8,1	2,5	0,5	8,7	605,0	17,6	11,0

ANEXO 4. Resumen de variables dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias para el sitio Trapenses, (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Precordillera); Di =Clase diamétrica basal de la cepa/árbol en cm, Dic= Centro de clase diamétrica basal en cm; Sp= Especie, QS, *Quillaja saponaria*; AC, *Acacia caven*; PB, *Peumus boldus*; CA, *Cryptocarya alba* y SL, *Schinus latifolius*; NHA= Número de cepas o árboles por hectárea; GHA =Área basal en m²/ha; H=Altura media en metros, NHAT= Número de cepas o árboles totales por hectárea; Gha =Área basal total en m²/ha; H =Altura dominante en metros.

Di	Dic	QS			AC			PB			CA			SL			NHAT	GHAT	H
		NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H			
< 5	2,5	12,5	0,0	1,0	37,5	0,0	2,6	27,5	0,0	1,7	2,5	0,0	3,0	-	-	-	80,0	0,1	3,0
5 10	7,5	15,0	0,1	3,3	180,0	1,0	2,9	37,5	0,2	3,0	-	-	-	7,5	0,1	5,1	240,0	1,2	5,1
10 15	12,5	15,0	0,2	3,6	185,0	2,2	3,5	35,0	0,4	9,5	-	-	-	2,5	0,0	6,0	237,5	2,7	9,5
15 20	17,5	7,5	0,2	-	125,0	2,9	3,8	10,0	0,2	4,3	-	-	-	-	-	-	142,5	3,3	4,3
20 25	22,5	15,0	0,5	4,2	50,0	1,9	4,0	7,5	0,3	5,3	-	-	-	5,0	0,2	8,0	77,5	2,5	8,0
25 30	27,5	7,5	0,4	7,4	37,5	2,2	4,5	2,5	0,2	6,0	-	-	-	2,5	0,2	8,0	50,0	3,1	8,0
30 35	32,5	-	-	-	12,5	1,0	4,3	2,5	0,2	4,2	-	-	-	-	-	-	15,0	1,6	4,3
35 40	37,5	-	-	-	2,5	0,3	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,3	4,0
40 45	42,5	5,0	0,7	-	-	-	-	2,5	0,4	7,1	-	-	-	-	-	-	7,5	0,4	7,1
45 50	47,5	2,5	0,4	7,2	2,5	0,4	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	1,2	7,2
50 55	52,5	5,0	1,1	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	0,4	7,5
55 60	57,5	-	-	-	-	-	-	2,5	0,6	9,1	-	-	-	-	-	-	2,5	1,7	9,1
60 65	62,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65 70	67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 75	72,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75 80	77,5	-	-	-	-	-	-	5,0	2,3	5,6	-	-	-	-	-	-	5,0	2,3	5,6
Total		85,0	3,6	7,5	632,5	11,9	4,5	132,5	4,8	9,5	2,5	0,0	3,0	17,5	0,4	8,0	870,0	20,7	9,5

ANEXO 5. Resumen de variables dasométricas de los bosques esclerófilos con baja presencia de quillay susceptibles de ser manejados mediante plantaciones suplementarias para el sitio Cayru, (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Precordillera); Di =Clase diamétrica basal de la cepa/árbol en cm, Dic= Centro de clase diamétrica basal en cm; Sp= Especie, QS, *Quillaja saponaria*; AC, *Acacia caven*; KO, *Kageneckia oblonga*, LC, *Lithrea caustica*; PB, *Peumus boldus*; NHA= Número de cepas o árboles por hectárea; GHA =Área basal en m²/ha; H=Altura media en metros, NHAT= Número de cepas o árboles totales por hectárea; Gha =Área basal total en m²/ha; H =Altura dominante en metros.

Di	Dic	QS			AC			KO			LC			PB			NHAT	GHAT	H
		NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H	NHA	GHA	H			
< 5	2,5	5,0	0,0	1,5	35,0	0,0	1,7	-	-	-	15,0	0,0	1,5	7,5	0,0	1,5	62,5	0,0	1,7
5 10	7,5	5,0	0,0	3,7	30,0	0,1	5,2	-	-	-	15,0	0,1	2,9	10,0	0,0	2,7	60,0	0,2	5,2
10 15	12,5	12,5	0,2	4,1	15,0	0,2	2,9	-	-	-	2,5	0,0	3,4	15,0	0,2	5,3	45,0	0,5	5,3
15 20	17,5	12,5	0,3	7,4	30,0	0,8	3,4	2,5	0,1	4,9	10,0	0,3	7,8	2,5	0,1	3,9	55,0	1,3	7,8
20 25	22,5	10,0	0,4	8,4	12,5	0,5	3,5	-	-	-	2,5	0,1	6,7	12,5	0,5	4,7	37,5	1,4	8,4
25 30	27,5	10,0	0,6	9,5	-	-	-	-	-	-	10,0	0,6	5,1	2,5	0,2	3,6	22,5	1,2	9,5
30 35	32,5	15,0	1,2	9,0	-	-	-	-	-	-	2,5	0,2	8,4	2,5	0,2	7,7	20,0	1,0	9,0
35 40	37,5	10,0	1,1	9,6	-	-	-	-	-	-	5,0	0,6	11,0	-	-	-	15,0	1,8	11,0
40 45	42,5	2,5	0,3	17,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	1,1	17,0
45 50	47,5	2,5	0,5	8,3	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	4,8	-	-	-	5,0	0,8	8,3
50 55	52,5	2,5	0,5	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	9,8
55 60	57,5	2,5	0,6	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	10,0
60 65	62,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
65 70	67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 75	72,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75 80	77,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		90,0	5,7	17,0	122,5	1,6	5,2	2,5	0,1	4,9	65,0	2,2	11,0	52,5	1,2	7,7	330,0	10,8	17,0

Anexo 6. Manuscrito manual de plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central



Gustavo Cruz · Patricio Tapia · Natalia Varela · Rubén Bravo

PLANTACIONES SUPLEMENTARIAS DE QUILLAY (*Quillaja saponaria*) PARA INCREMENTAR EL USO APÍCOLA DE BOSQUES ESCLERÓFILOS DEGRADADOS EN CHILE CENTRAL



FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES Y DE LA
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
UNIVERSIDAD DE CHILE



Fondo de
Investigación
del Bosque Nativo



PLANTACIONES SUPLEMENTARIAS DE QUILLAY (*Quillaja saponaria*) PARA INCREMENTAR EL USO APÍCOLA DE BOSQUES ESCLERÓFILOS DEGRADADOS EN CHILE CENTRAL

Gustavo Cruz M;

Patricio Tapia A.

Natalia Varela V.

Rubén Bravo H.

Corporación Nacional Forestal -Fondo de Investigación de Bosque Nativo

2022

PLANTACIONES SUPLEMENTARIAS
DE QUILLAY (*Quillaja saponaria*) PARA
INCREMENTAR EL USO APÍCOLA
DE BOSQUES ESCLERÓFILOS
DEGRADADOS EN CHILE CENTRAL

El presente manual corresponde a una actividad del proyecto “Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283”, financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF.

Autores:

Gustavo Cruz M.

Patricio Tapia A.

Natalia Varela V.

Rubén Bravo H.

Diseño y diagramación:

Patricio Tapia A.

Este documento puede ser reproducido, siempre que se especifique claramente la fuente, citando:

Cruz M., Tapia P., Varela N, Bravo R..2022.

Plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central. Santiago, Chile. 58 p. Las fotografías pertenecen a los autores en la mayoría de los casos; cuando son de otra fuente se señala el autor u origen en la misma.

Registro de propiedad intelectual Pendiente
Santiago de Chile, 2021
I.S.B.N Pendiente

CONTENIDO

RESUMEN	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. QUILLAY Y SU IMPORTANCIA APÍCOLA.....	11
RECUADRO 1:	12
QUILLAY (<i>Quillaja saponaria</i> MOL.).....	12
3. FUNDAMENTOS TÉCNICO-LEGALES PARA REALIZAR PLANTACIONES SUPLEMENTARIAS CON QUILLAY.....	14
3.1 Antecedentes generales y definiciones.....	14
3.2 Normativa legal vigente atinente a las plantaciones suplementarias.....	14
3.3 Procedimiento para presentar un proyecto de Plantación suplementaria	16
3.3 Esquema propuesto para plantaciones suplementarias.....	19
4. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN CON QUILLAY	21
4.1 Reconocimiento preliminar del sitio de plantación suplementaria	21
4.2 Estimación de la cantidad de plantas y densidad de plantación según los claros disponibles.....	21
4.3 Selección de las plantas para la plantación suplementaria	25
5. PREPARACIÓN DEL SITIO PARA LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA	28
5.1 Limpia del área de la casilla de plantación	28
5.2 Preparación del terreno (Casillas).....	28
5.3 Habilitación de accesos.....	30
6. ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS.....	31
6.1 Época de plantación	31
6.2 Cuidado de las plantas previo a la plantación.....	31
6.3 Establecimiento de las plantas.....	31

6.4	Fertilización.....	32
6.5	Riegos de establecimiento.....	32
7.1	Mejoras para el aprovechamiento del agua y evitar la evaporación .	34
7.2	Mejoras del suelo en el sitio de plantación	36
8.	PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA.....	37
8.1	Medidas de Protección del sitio de plantación suplementaria.....	37
8.2	Medidas de protección individual de las plantas.....	37
9.	MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA.....	42
9.1	Labores culturales y de mantención de protecciones	42
9.2	Seguimiento y control de la plantación	42
9.3	Calendario de actividades	43
10.	COSTOS ASOCIADOS A LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA	45
11.	AGRADECIMIENTOS	48
12.	REFERENCIAS.....	49
13.	GLOSARIO DE TERMINOS USADOS.....	53

RESUMEN

El presente manual proporciona herramientas prácticas para el establecimiento de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie con la finalidad de aumentar la disponibilidad de recursos florales para la apicultura de manera de contribuir a mejorar la efectividad y eficacia de los subsidios estipuladas en la normativa técnico-legal contenida en el artículo 22 de la Ley 20.283. Este constituye un resultado del Proyecto de Investigación 004/2018 “Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283”, financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF y cuyo objetivo es proponer esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola en el mediano plazo, incentivando el manejo de estos bosques y su uso apícola en el marco de la Ley 20.283.

El Manual en primer lugar introduce al lector en el tema de las plantaciones suplementarias como una herramienta para aumentar la disponibilidad de recursos florales para la apicultura. En segundo lugar, aborda el establecimiento de las plantaciones suplementarias con quillay abarcando aspectos como: las actividades previas a realizar, los aspectos técnicos legales que rigen la plantación, la preparación del sitio, el establecimiento y la protección del sitio de la plantación suplementaria, así como también sugiere medidas para facilitar el establecimiento y desarrollo de las plantas. En tercer lugar, trata las actividades necesarias para el mantenimiento y monitoreo de la plantación. En cuarto lugar, se señalan los costos estimados de la faena de plantación suplementaria. Finalmente, se indican beneficios de la plantación suplementaria para el propietario. Además, se entrega la bibliografía empleada en la elaboración de este manual, los agradecimientos y un glosario para la mejor comprensión de los lectores.

SUMMARY

This manual provides practical tools for the establishment of supplementary quillay plantations in sclerophyllous forests with low presence of the species to increase the availability of floral resources for beekeeping to contribute to improve the effectiveness and efficiency of the subsidies stipulated in the technical-legal regulations contained in Article 22 of Law 20.283. This constitutes a result of Research Project 04/2018 "Quillay supplementary planting schemes to increase floral resources and encourage their apicultural use within the framework of Law 20. 283", financed by CONAF's Native Forest Research Fund and whose objective is to propose silvicultural schemes of supplementary quillay plantations in sclerophyllous forests with low presence of the species, to increase the supply of floral resources for beekeeping use in the medium term, encouraging the management of these forests and their beekeeping use within the framework of Law 20.283.

The Manual first introduces the reader to the subject of supplementary plantations as a tool to increase the availability of floral resources for beekeeping. Secondly, it addresses the establishment of supplementary plantations with quillay covering aspects such as: previous activities to be carried out, legal technical aspects governing the plantation, site preparation, establishment, and protection of the supplementary plantation site, as well as suggesting measures to facilitate the establishment and development of the plants. Thirdly, it discusses the activities necessary for the maintenance and monitoring of the plantation. Fourthly, the estimated costs of the supplementary planting work are indicated. Finally, the benefits of supplemental planting for the landowner are indicated. In addition, the bibliography used in the preparation of this manual, acknowledgements and a glossary are provided for the better understanding of the readers.

1. INTRODUCCIÓN

El Tipo Forestal Esclerófilo tiene una amplia distribución en Chile abarcando 1.631.441 ha. Su distribución se concentra mayoritariamente entre las regiones de Valparaíso y O'Higgins, donde estas en conjunto representan el 77 % de la superficie nacional de este tipo forestal (CONAF 2011). Estos bosques han sufrido históricamente un fuerte uso antrópico, lo que ha producido una pérdida de biodiversidad, de estabilidad del ecosistema y de su potencial productivo. En este sentido, el uso apícola de los bosques constituye una alternativa para aumentar la productividad económica de las formaciones boscosas, manteniendo al mismo tiempo sus equilibrios ecológicos, y promoviendo su recuperación. Además, la apicultura es complementaria a otros usos del bosque nativo, como la extracción de leña o biomasa industrial, ganadería, extracción de frutos y/u hojas, entre otros. Sin embargo, en muchos casos el bosque esclerófilo se encuentra empobrecido en cuanto a la oferta de recursos florales debido a las presiones a las que se encuentra sometido, por lo que su potencial apícola se ve disminuido.

Entre las especies del bosque esclerófilo, quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) es uno de los árboles nativos con mayor potencialidad económica de la zona semiárida y mediterránea de Chile central. Tradicionalmente se ha usado como combustible, artesanías, detergente y champú artesanal, uso silvopastoral, ornamental y medicinal. Recientemente está siendo usado para la obtención de saponina, las cuales tienen múltiples usos industriales y farmacéuticos. Los extractos de quillay son considerados GRAS (Generally Recognize as Safe) y están aprobados para consumo humano por la FDA (Food and Drug Administration) de EE. UU., la Comunidad Europea y las industrias de cosméticos y alimentación de Japón (Cruz, 2001). Por otro lado, quillay es una de las especies con mayor potencial apícola de este tipo forestal, debido a su abundancia y oportuna oferta de recursos florales para la alimentación de las colmenas y a las características de la miel que se obtiene de éste. En este contexto, el uso apícola del bosque nativo contribuye a su valoración y conservación, ya que éste puede ser visto como “productor” de miel y otros productos apícolas, contribuyendo a su valoración por parte de los

propietarios de bosques esclerófilos y por lo tanto, a la búsqueda de su conservación, lo que ayuda a impedir la ocurrencia de incendios forestales intencionales, las cortas ilegales, su reemplazo por cultivos agrícolas, huertos frutales, viñas o plantaciones de especies exóticas, todo lo cual afecta su uso apícola. Además, de los productos tradicionales de las colmenas, las abejas proveen de uno de los servicios ecosistémicos más importantes para la producción sostenible de cultivos, la polinización. Sin embargo, actualmente los servicios de polinización por insectos están amenazados por varios factores ambientales y antropogénicos, en particular el cambio climático. Por este motivo también resulta de interés proporcionar una mayor oferta de recursos florales en forma temporal o permanente para complementar los servicios de polinización prestados a fruticultores, horticultores y productores de semillas.

En este contexto, el presente manual tiene por objetivo proporcionar herramientas prácticas para el establecimiento de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, entre las regiones de Coquimbo y de O'Higgins, estableciendo una serie de acciones y recomendaciones para aumentar la disponibilidad de recursos florales para la apicultura en el mediano plazo de manera de contribuir a mejorar la efectividad y eficacia de los subsidios estipuladas en la normativa técnico-legal contenida en el artículo 22 de la Ley 20.283.

El presente manual corresponde a una actividad del proyecto “Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283”, financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF y cuyo objetivo es proponer esquemas silvícolas de plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos apícolas en el mediano plazo.

Este Manual se encuentra dirigido a todos aquellos profesionales, asesores, consultores, extensionista y productores vinculados al ámbito silvoagropecuarios, que tienen como escenario productivo la apicultura a partir del bosque y el matorral nativo del país.

El Manual en primer lugar introduce al lector en el tema de las plantaciones suplementarias como una herramienta para aumentar la disponibilidad de recursos florales para la apicultura. En segundo lugar, aborda el establecimiento de las plantaciones suplementarias con quillay abarcado aspectos como: las actividades previas a realizar, los aspectos técnicos legales que rigen la plantación, la preparación del sitio, el establecimiento y la protección del sitio de la plantación suplementaria, así como también sugiere medidas para facilitar el establecimiento y desarrollo de las plantas. En tercer lugar, trata las actividades necesarias para el mantenimiento y monitoreo de la plantación. En cuarto lugar, se señalan los costos estimados de la faena de plantación suplementaria. Finalmente, se indican beneficios de la plantación suplementaria para el propietario. Además, se entrega la bibliografía empleada en la elaboración de este manual, los agradecimientos y un glosario para la mejor comprensión de los lectores. En el texto se insertan recuadros con temas específicos para aquellos lectores que deseen profundizar en el tema.

2. QUILLAY Y SU IMPORTANCIA APÍCOLA

Quillay se distribuye en la cordillera de la Costa y de los Andes, entre las regiones de Coquimbo y de la Araucanía entre los 100 y los 1500 msnm, adaptándose a sitios pobres, secos y cálidos, con precipitaciones anuales de 150 mm, pero también se encuentra en lugares frescos y húmedos, de hasta 1.500 mm anuales de precipitación y con presencia de nieves y heladas. Sin embargo, en zonas con precipitaciones anuales cercanas a los 300 mm, quillay se presenta ocupando las laderas de exposición sur, mientras que en zonas con precipitaciones por sobre los 800 mm anuales, se encuentra preferentemente en laderas de exposición norte y en suelos de mayor sequedad. (RECUADRO 1).

La fisonomía de los bosques de quillay es heterogénea presentando un estrato arbóreo de baja densidad, donde la especie forma bosques puros, aunque también crece junto a litre (*Lithrea caustica*), peumo (*Cryptocarya alba*), maitén (*Maytenus boaria*) y boldo (*Peumus boldus*). Por ser una especie intolerante a la sombra puede ser desplazada por otras especies arbóreas más tolerantes, como peumo y boldo, en condiciones más favorables de humedad como son las laderas de exposición sur. Además de litre, en sectores de valle y laderas bajas, se asocia con espino (*Acacia caven*), tebo (*Retanilla trinervia*), huingán (*Schinus molle*), y en zonas altas de laderas rocosas y en valles altos crece con colliguay (*Colliguaja odorifera*).

Quillay es una de las especies más visitadas por las abejas en la zona mediterránea del centro de Chile (Gallardo, 1993), especialmente por su néctar que presenta alta concentración de azúcar (35,2° Brix.) (Tapia, 2014), esto le confiere gran importancia como fuente de néctar en la producción apícola de mieles poli y monoflorales (Díaz-Forestier *et al.*, 2008), las cuales presentan componentes antioxidantes y antimicrobianos (Montenegro *et al.*, 2013; Bridi and Montenegro, 2017). La fecha de floración de quillay es de suma importancia para el manejo apícola, ya que se concentra en pocos meses (noviembre a enero), cuando las colmenas se encuentran desarrolladas, lo que permite acumular miel a la colmena,

permitiendo cosechar al apicultor una miel de color ámbar y de fina cristalización, con un alto grado de pureza.

RECUADRO 1:

QUILLAY (*QUILLAJA SAPONARIA* MOL.)

Hábito: Árbol a árbol pequeño 2 a 15 m de altura.

Origen y distribución: Especie endémica. Se distribuye desde la región de Coquimbo hasta la del Bío-Bío. Crece en la cordillera de los andes, valle central, cordillera de la costa y litoral, entre los 15 y 1600 msnm en laderas tanto de exposición norte como de exposición sur.

Características Vegetativas: Presenta hojas coriáceas, elípticas o aovadas, obtusas o subagudas, irregularmente dentadas, raro lisas, brillantes, de 2 a 5 cm de longitud pecíolo de 1 a 2 mm de longitud y con presencia de estípulas caducas.

Flores y Frutos: Presenta flores blanquecinas de 10 a 15 mm de diámetro dispuestas en pequeños corimbos terminales, o bien, flores solitarias o sobre pedúnculos axilares con 3 a 5 flores. La floración se produce entre los meses de noviembre y enero. Presenta frutos en cápsula de 5 lóculos coriáceos leñosos amarillentos, unidos por sus bases, o penta- folículo estrellado, de forma oblonga, los cuales están compuestos por entre 10 y 18 semillas aladas, de 10 mm de longitud. La maduración de los frutos se produce entre marzo y abril.

Germinación y regeneración: Se producen alrededor de 136 mil semillas/kg, con 86% de capacidad germinativa. Requiere de temperaturas de 15 a 20 °C para germinar. La regeneración por semillas es muy escasa debido a la compactación del suelo, mientras que presenta muy buena regeneración vegetativa por rebrote de tocón.

Preferencias de hábitat: Se adapta a climas secos y áridos, pero también se encuentra en lugares frescos y húmedos, con presencia de nieves y heladas. Está adaptada para vivir en sitios pobres, secos y cálidos. Crece bien en suelos degradados, con pendiente y asoleados, aunque su mayor desarrollo lo alcanza en suelos profundos y planos. Soporta bien los asoleamientos fuertes, especialmente cuando crece en quebradas o bajos de ladera con mayor humedad. Sin embargo, no tolera el exceso de agua y no crece en suelos lacustres orgánicos y arcillosos con mal drenaje o con exceso de salinidad.



3. FUNDAMENTOS TÉCNICO-LEGALES PARA REALIZAR PLANTACIONES SUPLEMENTARIAS CON QUILLAY

3.1 Antecedentes generales y definiciones

Las plantaciones de quillay han ido paulatinamente tomando importancia en el país, donde entre los años 1998 y 2020 se han plantado alrededor de 1.500 ha (CONAF, 2021), en forestación y reforestación con fines de compensaciones ambientales por proyectos energético, mineros, producción de saponinas y paisajismo. Las primeras plantaciones en su mayoría fueron establecidas en condiciones de secano, con tecnología precaria y sin una protección efectiva contra lagomorfos y ganado, lo que derivó bajos prendimientos ($<50\%$) y escaso crecimiento en biomasa ($0,1-0,2$ t/ha/año). Sólo recientemente ante las exigencias para las plantaciones por compensación en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y producción de biomasa industrial se han aplicado mejores tecnologías de establecimiento y el uso de riegos iniciales para asegurar el establecimiento de las plantaciones.

La plantación suplementaria corresponde a un complemento de regeneración natural y desde el punto de vista silvícola no se debe confundir con el enriquecimiento, el cual corresponde a un conjunto de operaciones destinadas a mejorar la composición de un bosque para satisfacer los objetivos de manejo, mediante la siembra o plantación de especies nativas de valor (en baja extensión $< 30\%$ de la superficie del bosque), las cuales pueden o no estar representadas en el bosque original.

3.2 Normativa legal vigente atinente a las plantaciones suplementarias.

Actualmente existe un instrumento legal en Chile que fomenta el establecimiento de plantaciones forestales, es la Ley N° 20.283 y su reglamento sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, promulgada el año 2008.



*Figura 3.1. Plantación de 5 años establecida en hileras de 2x3 m en condición de seco.
San Antonio de Nilahue, Región del Libertador Bernardo O'Higgins (Foto G. Cruz).*

Esta ley creó un Fondo concursable destinado a la conservación, recuperación o manejo sustentable de bosque nativo a través del cual se otorgan bonificaciones para contribuir a solventar los costos de actividades inherentes a los objetivos de la creación de ese fondo. Esta ley considera bonificable:

- La revegetación y enriquecimiento ecológico, dentro de las actividades que favorecen la regeneración, protección o recuperación de bosques nativos de preservación.
- La plantación suplementaria como una de las actividades silviculturales orientadas a la obtención de productos forestales madereros y no madereros.

En cualquiera de las 2 situaciones descritas, se pueden plantar especies nativas con hasta 330 plantas/ha.

3.3 Procedimiento para presentar un proyecto de Plantación suplementaria

Para establecer plantaciones suplementarias de quillay en bosques esclerófilos con baja presencia de la especie, para aumentar la oferta de recursos florales de uso apícola aprovechando los subsidios contemplados en la Ley 20.283, se exige presentar un plan de Manejo Forestal para Bosque Nativo (PMFBN)¹. Previo a esto se debe presentar y adjudicarse un proyecto de Plan de Manejo para plantación suplementaria a través del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, que comprendan actividades correspondientes a los literales b) y c) del Art. 22° de la Ley N° 20.283². En estos casos para el establecimiento de plantaciones suplementarias se deberá cumplir con todas las normas establecidas en la legislación vigente, donde se encuentra la Ley 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal y sus respectivos reglamentos, Ley de Bosques y el Reglamento de suelos, aguas y humedales (VER RECUADRO 2). En particular se deberán tener en consideración, bosques esclerófilos con baja presencia de la especie quillay y con alta presencia vegetación arbustiva o herbácea y/o con presencia de árboles aislados de la especie, la clase de capacidad de uso de suelo debe ser predominante entre VI y VII (suelos de aptitud preferentemente forestal). Se debe privilegiar el establecimiento en terrenos de aptitud forestal o en suelos forestales sin involucrar la sustitución de los bosques nativos existentes. Anualmente, durante el primer trimestre de cada año, la

¹ El Plan de Manejo Forestal de Bosque Nativo (PMFBN), es el instrumento que planifica el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales nativos de un terreno determinado, con el objetivo de obtener bienes madereros y no madereros, considerando la multifuncionalidad de los bosques y la diversidad biológica, resguardando la calidad de las aguas y evitando el deterioro de los suelos.

² La Plantación suplementaria es bonificable, sin embargo, los interesados deberán postular a los concursos presentando una solicitud de bonificación acompañada de un proyecto de plan de manejo de preservación (artículo 2°) o un proyecto de plan de manejo forestal (artículos 3° y 4°) del Reglamento del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo https://concursolbn.conaf.cl/ayuda/2018/83f_Reglamento_Fondo_Conservacion.pdf.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) realiza dos concursos públicos para postular Proyectos de Plan de Manejo Forestal a este fondo, cuyos resultados se publican el 2º semestre del año. De ser adjudicado el proyecto se deberá presentar el Plan de Manejo Forestal correspondiente, por lo que la plantación recién se podrá efectuar al año siguiente ³.

³ Información en: Página web de CONAF (www.conaf.cl), y en la página web del concurso (www.concursolbn.conaf.cl).

RECUADRO 2:

REQUERIMIENTOS TÉCNICO-LEGALES NECESARIOS PARA ESTABLECER UNA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA

Normativa legal forestal a considerar



Ley N° 20.283 Sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal



Consideraciones importantes a tener para elegir sitio de la plantación

- Los suelos deben ser de aptitud preferentemente forestal, o sea clase de capacidad de uso VI y VII.
- La vegetación debe corresponder a bosque nativo. Verificar con la definición legal de bosque nativo.
- Tipo forestal debe corresponder a bosques esclerófilos y debe tener baja presencia de quillay.

www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosque-nativo/formularios-para-plan-de-manejo.

¿Qué tramites hacer?

Presentación
Proyecto de
Plan de Manejo

Proyecto Adjudicado

Presentación de Plan
de Manejo Forestal
de Bosque Nativo

Presentación de Plan de
Manejo Forestal de Bosque
Nativo

Debe incluirse la siguiente
información relativa a las
plantaciones suplementarias

- Especie
- Tipo de planta
- Densidad de plantación
- Definir si es siembra o establecimiento
- Calendario de actividades
- Mencionar participación en el fondo concursable

3.3 Esquema propuesto para plantaciones suplementarias

A diferencia de los sistemas de plantación convencionales, orientados a generar una estructura regular de los árboles, se propone un esquema modificado de plantación en grupos, constituidos por colectivos conformados por agrupaciones de plantas establecidas entorno a micrositios (Figura 3.2 y 3.3). Este esquema permite establecer los grupos de árboles en micrositios con condiciones favorables disminuyendo el riesgo de mortalidad por herbivoría, daños por viento o desecamiento estival.



Figura 3.2. Plantación suplementaria de quillay de 2 años con protección individual de malla raschel establecida en claros de bosque abierto de quillay en condición de seco. San Antonio de Nilahue, Región del Libertador Bernardo O'Higgins (Foto G. Cruz).

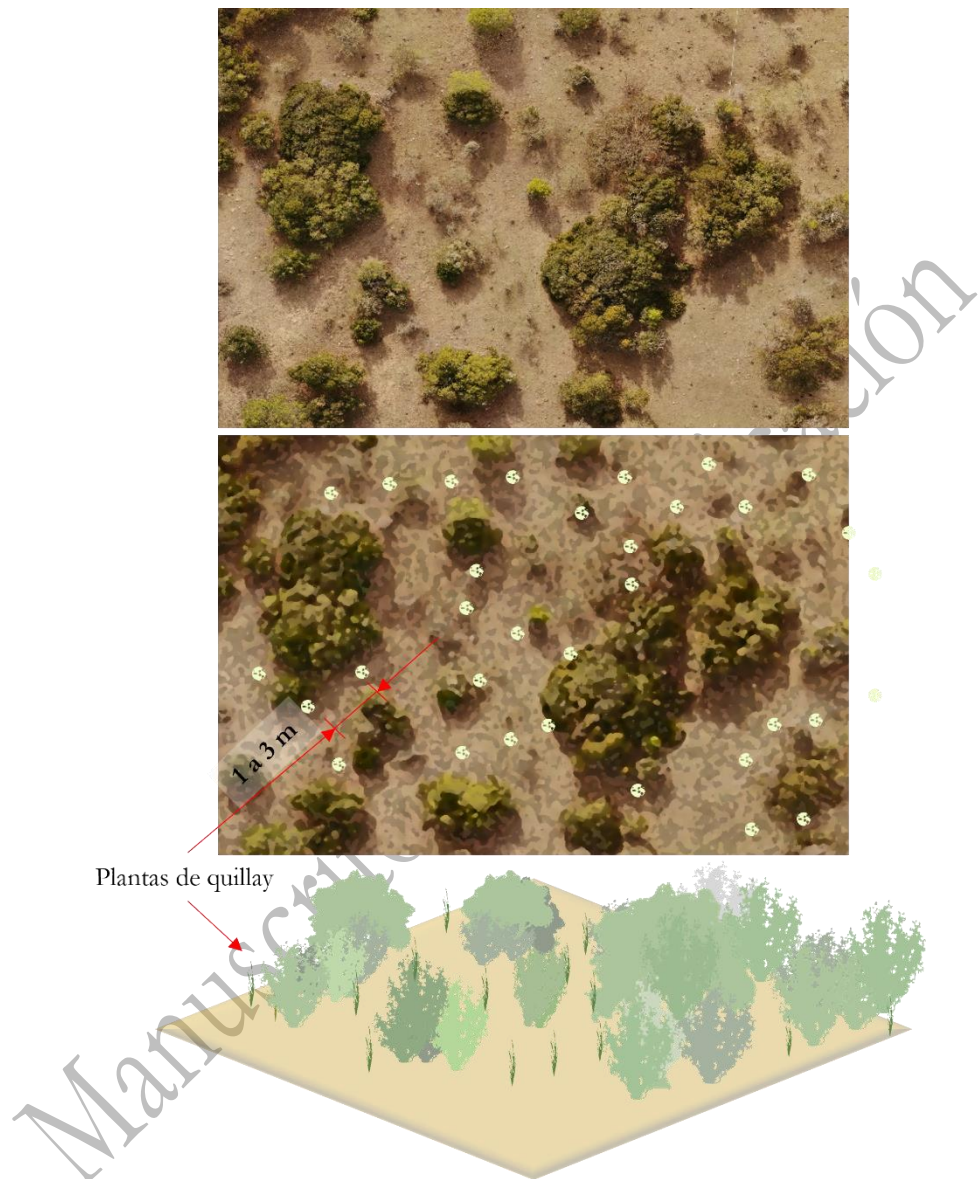


Figura 3.3. Esquema de plantación en claros propuesto para plantaciones suplementarias con quillay en bosque esclerófilo degradados. Izquierda vista aérea de claro en bosque degradado apto para la plantación suplementaria. Perfil vertical y horizontal del esquema de plantación suplementaria en claros mostrando la disposición de las plantas de quillay entre los árboles remanentes del bosque esclerófilo degradado.

4. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN CON QUILLAY

4.1 Reconocimiento preliminar del sitio de plantación suplementaria

A nivel del sitio de la plantación suplementaria se deberá realizar el reconocimiento del sitio donde serán plantados los individuos, con el fin de encontrar micrositios (rocas, arbustos protectores, troncos caídos, tocones, arbustos, entre otros) con condiciones ambientales aptas para los requerimientos de la especie. El centro de los lugares donde se plantarán los grupos de plantas se deberá marcar. En lo posible estos sitios deberán ser delimitados (largo y ancho promedio) y georreferenciados. Esto permitirá identificar las eventuales limitantes ecológicas y del sitio específico para establecer la plantación. Además, se deberán tener en consideración posibilidades económicas y de gestión del propietario.

4.2 Estimación de la cantidad de plantas y densidad de plantación según los claros disponibles

La cantidad de plantas necesaria para la plantación suplementaria es un aspecto importante para determinar, dado que implica la producción u obtención de estas para la temporada de plantación. La normativa legal vigente en la Tabla de valores para las actividades de la Ley N° 20.283 para la producción maderera y no maderera aplicable desde la III hasta la X regiones, exceptuando la Provincia de Palena, considera subsidiar densidades de plantación suplementaria de 100 y 330 plantas/ha para el Tipo Forestal Esclerófilo. La cantidad de plantas definitiva necesaria para satisfacer las densidades de la plantación suplementaria a subsidiar depende de las siguientes variables:

- La densidad elegida de plantación, en este caso 100 o 330 planta por hectárea.
- La superficie total que se va a plantar considerada en el Plan de Manejo Forestal.

- Las pérdidas de las plantas durante el transporte y almacenamiento temporal en el sitio de plantación antes de la plantación, así como la mortalidad del primer periodo estival. Esto último depende de variables climáticas, de las técnicas de plantación, de la protección de la plantación y de la posibilidad de aplicar riego de establecimiento. Por este motivo es entonces aconsejable contar con una mayor cantidad de plantas (generalmente un 10-20% más) como resguardo para cumplir con las densidades de plantación establecidas en el Plan de Manejo Forestal.

A partir de estas variables también es necesario determinar cuál será el distanciamiento real entre cada planta de la plantación, debido a que por tratarse de una plantación en claros o bajo dosel no se cuenta con la totalidad de la superficie del terreno despejada para la plantación y por lo tanto de debe plantar a una mayor densidad en forma localizada en los claros existentes. Si se contara con todo el terreno despejado para la plantación en forma regular (misma distancia en la línea y entre líneas), para obtener las densidades de 100 y 330 plantas por hectárea, se deberían plantar a una distancia entre plantas de 10x10m y alrededor de 5,5 x 5, 5 m respectivamente. Sin embargo, al plantar bajo dosel y en los claros desprovisto de vegetación leñosa, las densidades locales en cada caso serán superiores para alcanzar la densidad final indicada (100 o 330 plantas por hectárea). En el recuadro 3 se presenta un ejemplo de cálculo de cómo determinar el distanciamiento (m) entre plantas según el tamaño de los claros a plantar. (RECUADRO 3).

**RECUADRO 3. ¿CÓMO DETERMINAR EL
DISTANCIAMIENTO (m) ENTRE PLANTAS SEGÚN TAMAÑO
DEL ESPACIO O CLAROS A PLANTAR?**

Antecedentes para el cálculo:

- Se considera una superficie a plantar de una hectárea (10.000 m²)
- Se consideran 330 plantas/ha +20% por riesgo de mortalidad inicial = 396 plantas/ha
- La superficie despejada de cada claro a plantar se estima visualmente en terreno o con la ayuda de una foto aérea y/o imagen satelital (Ejemplo, Google Earth). En la siguiente Tabla se entrega la superficie aproximada de los claros en hectáreas según el largo y ancho promedio medido de los claros.

Superficie de los claros (ha) según su largo y ancho promedio

		Largo promedio del claro (m)				
		10	20	30	40	50
Ancho promedio del claro (m)	10	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
	15	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08
	20	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
	25	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13
	30	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15
	35	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18
	40	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
	50	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25

Se suman todos los claros en el rodal de plantación y se calcula la superficie real a plantar y la distancia entre plantas para satisfacer una cantidad de 396 planta/ha. Esto se realiza según la siguiente Tabla.

**Superficie (ha) de claros
despejados y distanciamiento entre
plantas**

Superficie (ha)	Distancia aproximada entre plantas (m)
0,2	2,3
0,3	2,8
0,4	3,2
0,5	3,6
0,6	3,9
0,7	4,2
0,8	4,5
0,9	4,8



Ejemplo: Se tienen los siguientes 10 claros y su respectivos largo y anchos promedio en un rodal de 1 hectárea a plantar.

Claro N°	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (ha)
1	20	15	0,03
2	30	20	0,06
3	20	10	0,02
4	30	20	0,06
5	20	10	0,02
6	20	25	0,05
7	20	20	0,04
8	30	20	0,06
9	20	10	0,02
10	20	20	0,04
Suma			0,40

Entonces para una hectárea con 0,40 ha de sectores despejados con claros disponibles en esta, se plantarán las 395 plantas a unos 3,2 m unas de otras.

4.3 Selección de las plantas para la plantación suplementaria

La calidad de la planta está relacionada con la capacidad de ésta para establecerse y crecer una vez efectuada la plantación. Las plantas que se utilizarán deberán ser adquiridas en un vivero que cumpla con todos los estándares, protocolos y exigencias del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Estas plantas deben ser seleccionadas de acuerdo con los siguientes criterios generales: Procedencia (idealmente local), edad y tamaño, forma y desarrollo, estado sanitario y estado nutricional (cuyos criterios se detallan más adelante) (Quiroz et al., 2009). Idealmente se deberían considerar plantas propagadas con semillas de procedencia local o de zonas ambientalmente afines. En el caso de producción propias de plantas, se deberán en lo posible utilizar semillas de origen local. Esto con el fin de asegurar la variabilidad genética, para así conservar el potencial evolutivo y la adaptación a las condiciones ambientales locales. La recolección de semillas deberá considerar las recomendaciones contenidas en el Manual de Recolección de Semillas de Especies Silvestres (Gold et al., 2004)⁴. También pueden considerarse la extracción de plántulas desde el mismo bosque. En estos casos se deberá preparar y proteger del ganado una cierta superficie de suelo en las inmediaciones de los árboles, para recibir y facilitar la germinación de las semillas, para luego “repicar” las plántulas con cotiledones emergidas a contenedores para continuar con su crecimiento hasta el momento que estén aptas para la plantación. Al adquirir las plantas se deberá verificar que las plantas fueron sometidas a un proceso de endurecimiento en vivero, mediante su exposición gradual a restricciones hídricas

⁴ GOLD. K.; P. LEÓN-LOBOS. Y M. WAY. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62p.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7000/NR31275.pdf?sequence=1&isAlloved=y>

y de insolación, a fin de prepararlas para soportar las condiciones naturales de su nuevo hábitat.

Es importante señalar que estos criterios de calidad representan las exigencias mínimas a considerar en la selección de plantas. Sin embargo, para aquellas plantas que serán trasplantadas desde el bosque, estos criterios de selección podrán ser más flexibles debido a la variabilidad natural de los individuos. Entre los criterios de calidad más importantes a considerar se cuentan:

- ***Edad y Tamaño:*** Se recomienda que las plantas a establecer tengan una altura mínima de 15 cm y un diámetro de cuello superior a 0,3 cm, siendo las dimensiones ideales, 25 cm de alto y 0,5 cm de diámetro de cuello. Estas dimensiones se pueden alcanzar con plantas de un año en vivero.
- ***Forma y desarrollo:*** Las plantas a establecer deben ser producidas en vivero a raíz cubierta. El sistema radicular debe presentar abundantes raíces pequeñas y un desarrollo proporcional a la parte aérea. Se preferirán plantas con una mayor proporción de raíz respecto al tallo (máximo 2/3 parte aérea y 1/3 parte radicular, idealmente cercana a 1) y una homogénea disposición de las ramillas laterales y hojas en el tallo, tallo recto con brote apical vigoroso, con signos de lignificación y un ápice definido.
- ***Estado sanitario:*** Se deben descartar las plantas con daños o signos en tallos, raíces, u hojas que puedan indicar la presencia de hongos u otros agentes patógenos.
- ***Estado nutricional:*** Se deben descartar las plantas con síntomas de carencia nutricional tales como: tallos deformes, follaje insuficiente, color amarillento, clorosis en bordes de las hojas, necrosis de hojas y raíces, bajo crecimiento o enanismo.

Se estima que en el mediano plazo la oferta de viveros con plantas de quillay de calidad, mejoradas genéticamente y de diversas procedencias aumente, de manera que será más fácil asegurar el establecimiento de plantaciones suplementarias con estándares superiores y para diversos objetivos de producción.

Manuscrito para publicación

5. PREPARACIÓN DEL SITIO PARA LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA

5.1 Limpia del área de la casilla de plantación

Esta actividad tiene como meta eliminar en torno a la casilla de plantación la interferencia física de piedras, vegetación herbácea y/o leñosa competidora y desechos vegetales que puedan dificultar el establecimiento y desarrollo de la plantación. La limpia del terreno sólo se deberá realizar en caso de ser necesario y considera un roce manual mínimo y localizado alrededor de la casilla, específicamente en los lugares donde la vegetación arbustiva, eventualmente invasora (quila, zarzamora, tebo), obstaculice la plantación de quillay. En estos casos, los arbustos deben cortarse a una altura máxima desde el suelo entre 5–10 cm.

Los desechos, vegetales producto de la limpia pueden ordenarse en fajas y/o en pequeñas pilas. De ser posible aquellos más finos pueden esparcirse para facilitar su incorporación parcial al suelo como matillo, contribuyendo a reducir la evaporación y al control de la vegetación herbácea competidora en torno a la casilla. No se debe utilizar el del fuego como herramienta para reducir desechos vegetales, ya que conlleva según su intensidad efectos nocivos sobre el suelo y su mal manejo puede ocasionar incendios forestales.

5.2 Preparación del terreno (Casillas)

Esta tiene como objetivo mejorar las condiciones del suelo, permitiendo una mayor retención de agua, facilitar el desarrollo y penetración de las raíces y mejorar el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el suelo. Esta actividad debe realizarse cuando exista un bajo contenido de humedad en el suelo (fines verano - otoño), lo que permitirá evitar la compactación de suelo en el sitio de plantación. Se hoyarán casillas individuales de plantación de aproximadamente 40 x 40 x 40 cm en forma manual, evitando la remoción de la materia orgánica del suelo. La cantidad de micrositios favorables, se pueden incrementar mediante la

construcción de pequeñas terrazas individuales, labores de remoción del suelo o despeje de piedras en la casilla bajo la raíz de la planta para favorecer la captura de agua y el desarrollo de las raíces.

En zonas con pendiente es posible la confección de terrazas individuales, de unos 60 cm a 1,2 m de diámetro, ligeramente inclinadas hacia adentro. La tierra debe apisonarse, cuidando que los cortes no se efectúen en forma vertical sino más bien inclinados. La casilla de plantación se prepara en el medio de la terraza, si hay piedras disponibles, estas se pueden utilizar para reforzar la terraza por el lado inferior de la pendiente (Figura 5.1).



Figura 5.1. Realización de casillas en sitios con claros entre la vegetación arbustiva y arbórea para una Plantación suplementaria de quillay (Foto CONAF).

Las casillas se ubicarán a un distanciamiento promedio calculado como se explicó anteriormente (RECUADRO 3). Sin embargo, y sólo en casos excepcionales para aprovechar condiciones favorables del microrelieve y/o para evitar sitios de plantación restrictivos como arbustos densos, afloramientos rocosos, árboles remanentes, tocones, árboles caídos, entre otros, se podrá disminuir puntualmente este distanciamiento. Sin perjuicio de lo anterior se deberán mantener la cantidad de plantas a nivel de hectárea establecidas en el Plan de Manejo Forestal.

5.3 Habilitación de accesos

Al iniciar el diseño de la nueva plantación o reforestación se deberá tener presente que además de ejecutar las actividades de plantación, se deberán realizar actividades de mantención de esta, motivo por el cual es necesario considerar la implementación de caminos o senderos que permitan realizar estas labores con facilidad.

6. ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS

6.1 Época de plantación

La época de plantación es importante para la sobrevivencia de las plantas, por lo que para su determinación se deben tener en consideración las características edafoclimáticas de la zona a plantar. Por tratarse de una zona semiárida o mediterránea, las actividades de plantación deberán realizarse con las primeras lluvias, con objeto de facilitar la remoción del suelo en la casilla y aprovechar de mejor forma la humedad del suelo para el arraigamiento inicial de las plantas, de manera de asegurar el éxito en el prendimiento y desarrollo de la plantación suplementaria.

Sin embargo, para aprovechar estos beneficios de las primeras lluvias se debe esperar a que el agua caída penetre y humedezca el suelo. Lo cual, dependiendo del tipo de suelo, la zona y el año, ocurre entre mayo y julio cuando se registra una precipitación acumulada de entre 40 y 60 mm. En lugares con mayor precipitación es posible prolongar el periodo de plantación hacia fines del invierno y/o principio de primavera. Mientras que en zonas cordilleranas altas y/o frías se debe evitar plantar en pleno invierno por el peligro de heladas que pueden dañar las plantas.

6.2 Cuidado de las plantas previo a la plantación

Las plantas provenientes del vivero deben ser plantadas lo antes posible (idealmente el mismo día de su arribo). Cuando esto no es posible para su almacenamiento temporal en terreno se debe habilitar un lugar fresco protegido de la insolación directa y de los animales para asegurar su supervivencia (barbecho). De ser necesario se deberá aplicar un riego para mantenerlas húmedas.

6.3 Establecimiento de las plantas

La plantación se debe efectuar utilizando palas plantadoras tipo neozelandesas o similares. Esta se debe ejecutar durante el período invernal, idealmente entre mayo y julio, una vez ocurridas las primeras lluvias. Los restos de bolsas, cajas de

transporte y basura inorgánica que se encuentre en el sitio, se deben recoger y depositar fuera del lugar de la plantación suplementaria.

6.4 Fertilización

Previo a la plantación idealmente es aconsejable realizar un análisis de suelo para determinar el contenido de macro y micronutrientes presentes en el suelo, de modo que la fertilización aporte aquellos elementos que la planta necesita para su desarrollo. Se puede fertilizar al momento de plantación, o inmediatamente después de ésta, con el fin de favorecer en una primera fase el desarrollo radicular y arraigamiento de las plantas para posteriormente lograr el crecimiento de ellas. La aplicación de fertilizantes comerciales que contengan una mezcla de Nitrógeno (N) Fósforo (P) y Potasio (K), suplementan los nutrientes principales que requieren las plantas para su óptimo crecimiento. El nitrógeno (N), es clave en la producción de proteínas, el fósforo (P) tiene incidencia en el crecimiento radicular y estructuras reproductivas de la planta y el potasio (K) promueve el desarrollo de estructuras vegetativas (tallos y ramas). La fertilizante post- plantación debe aplicarse en pequeños hoyos realizados alrededor de cada planta, a unos 20 cm de ésta en el caso de terrenos planos, y en un semicírculo sobre la planta en caso de terrenos inclinados. La dosis por aplicar (gr o lt/planta), dependerá de la formulación del fertilizante a emplear. Se debe tener precaución en la dosificación y en la distancia de aplicación, ya que una dosis excesiva o cercana a la planta puede provocar toxicidad o aumentar los niveles de salinidad en casilla, lo que afecta el desarrollo radicular de la plántula, pudiendo además favorecer un desequilibrio en la asignación de biomasa en terreno con una alta demanda de agua (Ovalle et al, 2017).

6.5 Riegos de establecimiento

La aplicación de riego de establecimiento tiene gran influencia en la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas durante los primeros años. Este no sólo aumenta el crecimiento de las plantas, sino que interactúa positivamente con la fertilización. Ya que esta última no tiene efectos significativos si no está acompañada por un

adecuado riego, pudiendo en caso extremos provocar toxicidad si no es aplicado con la dosis de riego adecuada (Valenzuela, 2007).

Se estima conveniente proporcionar riegos a la plantación en el primer año durante el periodo estival (octubre a marzo), siendo la dosis de riego recomendada de 5 a 10 l de agua por planta y por mes. De ser necesario en diciembre y enero, que son los meses con mayores temperaturas, se puede incrementar la frecuencia del riego a 15 días. Sin embargo, se debe tener en consideración que las labores del suelo y de riego suplementario elevan sensiblemente los costos de plantación.

Manuscrito para publicación

7. MEDIDAS PARA FACILITAR EL PRENDIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS

En el establecimiento de la plantación se pueden emplear técnicas que ayudan a las plantas a afrontar las restricciones ambientales asociadas a climas semiáridos y mediterráneos. Esto es posible mediante técnicas silviculturales que permitan mejorar el aprovechamiento del agua y del suelo en el sitio de plantación.

(RECUADRO 4)

7.1 Mejoras para el aprovechamiento del agua y evitar la evaporación

Para aumentar la disponibilidad de agua en la casilla con objeto de favorecer el establecimiento y desarrollo de las plantas, se pueden realizar labores de cosecha de aguas lluvia, lo cual consiste en la preparación del suelo en las inmediaciones de la planta, bajo la forma de una casilla o pequeña zanja, la cual cumple la función de retener el agua de escurrimiento. Para aquellos terrenos de secano, que no tienen posibilidad alguna de riego, pueden aplicarse algunas medidas para paliar los efectos de la sequía, por ejemplo, para retener humedad del suelo y evitar la evaporación del agua del suelo es posible utilizar un *mulch* de fibras vegetal (ejemplo paja de trigo) o de plástico degradable para evitar la evapotranspiración. Los tubos protectores o elementos afines además de proteger contra el ramoneo dan también una cierta protección contra la evapotranspiración. Las ramas de espino resultan desaconsejables, ya que el efecto del viento provoca daños mecánicos a las plantas de quillay, lo que unido a su facilidad para rebrotar y ramificarse genera individuos deformes sin un ápice definido. También es posible la confección de un pozo con piedras en la casilla para facilitar la infiltración del agua.

**RECUADRO 4. MÉTODOS PARA MEJORAR EL
APROVECHAMIENTO DE AGUA Y EVITAR LA
EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA CASILLA**



(a)



(b)



(c)



(d)

a) Mulch de pajas de trigo; b) Mulch de lámina de plástico; c) Pozo de infiltración con piedras; d) Zanja de infiltración individual (Foto G. Cruz)

7.2 Mejoras del suelo en el sitio de plantación

Además de la preparación de la casilla para descompactar el suelo, se deben subsanar posibles problemas del suelo en el sitio de plantación, tales como: la ausencia de materia orgánica, la pobreza en elementos nutritivos, una estructura poco desarrollada o texturas extremas, que originan una insuficiente o excesiva retención de agua. A veces con la adición de diversos productos mejoradores de la estructura, textura y capacidad de retención de humedad del suelo, entre los cuales se encuentran los compost, estiércol, sijo de carbón, turba, fertilizantes de liberación lenta y polímeros absorbentes. En sustratos muy pobres, se puede rellenar las casillas de plantación con suelo de buena calidad o tierra vegetal.



Figura 7.1. Detalle de la plantación con el sistema de pozo de piedras para facilitar la incorporación del agua a nivel de la raíz en la casilla. Izquierda: Vista del tubo de PVC que es llenado con piedras al interior de la casilla. Derecha: Columna vertical de piedras una vez retirado el tubo de PVC (Foto J. Ovalle).

8. PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA

8.1 Medidas de Protección del sitio de plantación suplementaria

Esta es una medida controversial, pues la vegetación herbácea y/o arbustiva de los rodales es aprovechada por el ganado, pero este supone una amenaza para la plantación. Es por esto, que de existir mucha presión por pastoreo con la consecuente amenaza para las plantas recién establecidas, la plantación suplementaria se debe proteger con un cerco perimetral, el cual tiene como objetivo excluir el ganado, por un período mínimo de 3 años, o hasta que las plantas alcancen una altura de 3 m. Este cerco, a lo menos, debe estar conformado por 4 a 5 hebras de alambre de púas, sostenido por postes de pino impregnado de 3 a 4 pulgadas, ubicados cada 2,5 a 3 metros de distanciamiento. Para ovinos y caprinos se requiere malla tipo Ursus, más una hebra de alambre púa, para bovinos y caballares 4 hebras de alambre púa. La distancia entre estacas varía normalmente entre 2,5 a 3,5 metros. Para revisar las posibilidades de subsidio para la protección de la plantación suplementaria ver “Consideraciones actividades de protección mediante cercos” en Tabla de Valores Actividad de Protección Mediante Cercos (UTM/ha, UTM/Km)⁵.

8.2 Medidas de protección individual de las plantas

En sectores con alta presencia de conejos y liebres (lagomorfos) se debe considerar el uso de protecciones individuales para las plantas con el fin de protegerlas de los daños causados por estos animales. Estas protecciones pueden ser malla raschel, cartón de tetrapack, tubo protector o similar (lámina de polipropileno), los cuales van sujetos por un tutor. Así como el uso de estos protectores es relevante, también se debe cuidar su correcta utilización para asegurar que cumplan con su función.

⁵ https://concursolbn.conaf.cl/ayuda/2020/publ_diario_oficial.pdf

Por ello se debe poner atención en que la protección quede firme, bien cerca del suelo o incluso un poco enterrada y que la planta no se dañe en el proceso de instalación de la protección. (RECUADRO 5a y 5b).

Manuscrito para publicación

**RECUADRO 5a. MÉTODOS PARA LA PROTECCIÓN
INDIVIDUAL DE LAS PLANTAS.**



(a)



(b)



(c)



(d)

*a) Casilla con protección de ramas de espino; b) Tubo protector plástico; c) Bolsa de plástico;
d) Malla raschel*

RECUADRO 5b. MÉTODOS PARA LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LAS PLANTAS



(a)



(b)



(c)



(d)

a) Tubo protector con transmisión de luz conocida; b) Tubo protector de policarbonato con aireación ; c) Casilla con protección de envase de Tetrapak; d) Malla metálica (corrugmet)

La calidad y estado de la protección de cada planta debe ser monitoreado permanentemente, con el objetivo de asegurar la protección de la planta y evitar un crecimiento anormal de estas por efecto de esta protección (daño mecánico, crecimiento de ramas entre la protección, entre otros). Esta protección deberá ser retirada y depositada convenientemente cuando las plantas sobrepasen la altura de la protección. No obstante, si en el sitio de plantación se observa frecuentemente el ingreso de ganado menor y/o lagomorfos, como medida complementaria a la protección individual de las plantas se podrá instalar una malla hexagonal (tipo gallinero), de 1 m de altura por el lado interior del cerco perimetral.

9. MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA

9.1 Labores culturales y de mantención de protecciones

Las labores de mantención sólo consideran un control de malezas de tipo manual en un radio de 0,5 m desde la planta, evitando dañar las plantas establecidas. Esto con el fin de favorecer la colonización y el desarrollo de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y/o suculentas en forma natural, lo que facilita la rehabilitación ambiental del lugar de la plantación suplementaria. Eventualmente, dependiente de las condiciones climáticas, la mantención podrá considerar riegos hasta que los ejemplares hayan alcanzado una altura de un metro.

El estado de los cercos perimetrales deberá ser monitoreada permanentemente con objeto de prevenir el ingreso de animales y personas no autorizadas a los sitios de plantación. También se deben revisar, reparar y reponer las protecciones individuales de las plantas.

9.2 Seguimiento y control de la plantación

El seguimiento y control de la plantación se deberá realizar mediante la mantención de registros físicos o digitales que den cuenta del estado inicial y de las distintas actividades realizadas en el área de la plantación suplementaria. Se deben realizar controles anuales post estivales en el área de la plantación suplementaria por un lapso de 3 años. Estos consideran evaluaciones del estado general del sitio y en particular del prendimiento y desarrollo (altura, diámetro basal) de las plantas. Los sitios que posean una mortalidad de las plantas superior al 25%, deberán ser replantados en el invierno de la siguiente temporada, con objeto de recuperar la densidad inicial considerada. Un aspecto particular de seguimiento de la plantación la constituye la verificación del periodo y cantidad de floración de quillay y de las especies acompañantes para cada año.

9.3 Calendario de actividades

Para el éxito de la plantación suplementaria las actividades involucradas deben realizarse en la fecha correcta. Así, para realizar las actividades en forma ordenada y evitar retrasos en la plantación es necesario tener un calendario previo de actividades bien diseñado, pero al mismo tiempo flexible para resolver eventuales imprevistos. La actividad central es la plantación, la cual deberá realizarse a principio de invierno, idealmente cuando se hayan producido las primeras lluvias y el suelo este húmedo, pero no saturado. Por lo tanto, para plantar a tiempo es necesario tener el terreno preparado con las casillas listas, disponer de las plantas y tener avanzado el cerco perimetral que le da la protección general al sitio de plantación y con anticipación se deberán haber realizado todas las actividades previas (Cuadro 9).

entaria

LA PLANTACIÓN
El vigente
Conservación Bosque Nativo
Mejor Forestal
Las plantas necesarias
Las plantas
DE PLANTACIÓN
LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA
Para plantar
Plantas
to
PRENDIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS
Chamamiento del agua y evita la evaporación
sitio de plantación
DE PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA
del sitio de plantación
individual de las plantas
PLANTACION SUPLEMENTARIA
La plantación

10. COSTOS ASOCIADOS A LA PLANTACIÓN SUPLEMENTARIA

Los costos básicos asociados a la plantación suplementaria por gestión propia ascienden a 6,46 UTM/ha (CL\$ 345.605)/ha (Cuadro 10). Estos consideran sólo la mano de obra, plantas, insumos necesarios para la plantación, gastos generales e imprevistos. Por otro lado, si se considera postular a un proyecto para plantación suplementaria con objeto de acceder a un subsidio estatal, se puede postular a un subsidio por **Asesoría Profesional** de 1,8 UTM/ha, (artículo 7° de la Ley N° 20.283), la cual considera: a) Asistencia técnica en terreno, que comprende la capacitación y supervisión para la ejecución de las actividades bonificables aprobadas en el plan de manejo que corresponda y b) Elaboración de estudios técnicos, que comprenden la elaboración del plan de manejo, definido en el artículo 2° de la Ley N° 20.283, y/o de los informes de ejecución de actividades bonificables, señalados en el artículo 29 del mismo texto legal⁶. Este asesor profesional (Ingeniero Forestal), muchas veces actúa también como contratista, el cual formula y ejecuta el proyecto de plantación suplementaria.

Los costos básicos asociados a la plantación suplementaria por gestión propia en relación al subsidio estatal estipulado en la Tabla de valores actividades de la Ley N° 20.283 (año 2020) representan el 129% del subsidio estatal para una plantación suplementaria para producción no maderera (bonifican 5 UTM/ha) y el 65 % de aquel para recuperar bosques nativos para fines de producción maderera respectivamente (10 UTM/ha). Esto indicaría que el subsidio no permitiría financiar completamente una plantación con fines de producción maderera, por lo que sólo sería posible financiar totalmente una plantación suplementaria para producción no maderera como es el caso de la producción apícola.

⁶ <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosque-nativo/fondo-de-conservacion-y-manejo-sustentable-del-bosque-nativo/pago-por-asesoria-profesional/>

Cuadro 10. Costos de la Plantación suplementaria básica

ITEM	UTM/ha	CL\$/ha
Mano de Obra	1,50	80.250
Alimentación, Alojamiento	0,30	16.042
Traslado Personal	0,56	30.000
Vestuario, EPP, impl.	0,05	2.451
Terreno	0,45	24.330
Herramientas	2,96	158.283
Insumos (Plantas y otros)		
Subtotal Base faena	5,82	311.356
Gastos Generales (7%)	0,35	18.681
Imprevistos (5%)	0,29	15.568
Subtotal Base faena GP	6,46	345.605
Asesoría profesional	1,80	96.253
TOTAL FAENA	8,26	441.858

Base: Valor UTM \$ 53.474 23/11/2021

Sin embargo, para el éxito de la plantación suplementaria en particular en condiciones ambientales de déficit hídrico se deben considerar una serie de técnicas o medidas de mejoramiento de las condiciones del sitio de plantación (Cuadro 11).

Estas medidas si bien pueden asegurar el éxito de la plantación suplementaria, incrementan sensiblemente los costos de plantación básica o sin medidas de mejoramiento, los cuales pueden fluctuar entre un 27 y 72% para las zanjas de infiltración y las protecciones individuales contra lagomorfos, respectivamente. Todas estas medidas quedan fuera del monto del subsidio estipulado para recuperar bosques nativos para fines de producción no maderera, o para fines de producción maderera.

Cuadro 11. Costos adicionales de la Plantación suplementaria básica por concepto de mejoramiento del sitio de plantación.

MEDIDAS DE MEJORAMIENTO	COSTO ADICIONAL	
	UTM/ha	CL\$/ha
SIN MEDIDAS	6,46	345.605
PROTECCIÓN INDIVIDUAL	4,68	250.073
RIEGO ESTABLECIMIENTO	2,81	150.236
ZANJA INFILTRACIÓN INDIVIDUAL	1,70	90.999
POZO DE INFILTRACIÓN	3,44	183.983

11. AGRADECIMIENTOS



CONAF Proyecto FIBN 04/2018.

“Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283”.



12. REFERENCIAS

BARRIENTOS, L.; C. L. HERRERA; G. MONTENEGRO; X. ORTEGA; J. VELOZ; M. ALVEAR; A. CUEVAS; N. SAAVEDRA y L. A. SALAZAR. 2013. Chemical and botanical characterization of Chilean propolis and biological activity on cariogenic bacteria *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. Brazilian Journal of Microbiology. 44(2):577-585.

BRIDI R. AND MONTENEGRO G. 2017. The value of Chilean honey: floral origin related to their antioxidant and antibacterial activities. In: Vagner Arnaut (ed.). Honey Analysis, Chapter 3. Pages: 63-78. Croatia, Disponible: <http://www.intechopen.com/books/honey-analysis> 2017

LEY 20.283. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, 30 de julio de 2008.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2011. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile, Monitoreo de cambios y actualizaciones, Período 1997- 2011. Santiago, Chile: Lom Ediciones. 25p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2013a. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Actualización Región Metropolitana [Base de datos cartográfica formato ESRI Shapefile]. Escala no determinada. Santiago, Chile: CONAF.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2013b. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Actualización Región del General Libertador Bernardo O'Higgins. [Base de datos cartográfica formato ESRI Shapefile]. Escala no determinada. Santiago, Chile: CONAF.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2017. Análisis de la afectación y severidad de los incendios forestales ocurridos en enero y febrero de 2017 sobre los usos de suelo y los ecosistemas naturales presentes entre las regiones

de Coquimbo y Los Ríos de Chile. Informe Técnico. Santiago, Chile: CONAF. 56p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (2021). Plantaciones forestales: superficie anual forestada y reforestada. <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/estadisticas-forestales/>

CRUZ, G. 2009. Evaluación del potencial melífero y polínífero de plantaciones de quillay y de bosque nativo esclerófilo. Informe Técnico. Santiago, Chile: Desert King Chile, CORFO. 32p.

CRUZ, G. 2009. Potencialidades de plantaciones y bosques de quillay para la producción apícola. Informe Técnico. Santiago, Chile: Natural Response S.A. 35p.

CRUZ, G.; M. T. SERRA y M. GALLARDO. 2008. Flora de aptitud apícola del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile. Informe Técnico. Santiago, Chile: Natural Response S.A. 85p.

DÍAZ-FORESTIER, J.; M. GÓMEZ; J. L. CELIS-DIEZ y G. MONTENEGRO. 2016. Nectary structure in four melliferous plant species native to Chile. *Flora*. 221:100-106.

DÍAZ-FORESTIER, J.; M. GÓMEZ y G. MONTENEGRO. 2009. Nectar volume and floral entomofauna as a tool for the implementation of sustainable apicultural management plans in Quillaja saponaria Mol. *Agroforestry Systems*. 76(1):149-162.

DONOSO, C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. *Bosque*. 4(2):117-146.

DONOSO, C. 1981. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Valdivia, Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. 369p.

DONOSO, C. 2013. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina, autoecología. Santiago, Chile: María Cuneo Ediciones. 688p.

DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile: Publicación FAO Chile. 78p.

DONOSO, C. y A. CABELLO. 1978. Antecedentes fonológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Univ. de Chile, Fac. Cs. Forestales. Ciencias forestales. 1(2):31-41.

GOLD, K.; P. LEÓN-LOBOS. Y M. WAY. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.

MONTENEGRO, G.; J. DÍAZ-FORESTIER; C. FREDES y S. RODRÍGUEZ. 2013. Phenolic profiles of nectar and honey of *Quillaja saponaria* Mol. (Quillajaceae) as potential chemical markers. Biological Research. 46(2):177-182.

MONTENEGRO, G. y C. FREDES. 2008. Relación entre el origen floral y el perfil de elementos minerales en mieles chilenas. Gayana. Botánica. 65(1):122-125.

QUIROZ, I.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, M.; CHUNG, P.Y SOTO, H. 2009. Viveros Forestales: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Centro tecnológico de la planta forestal INFOR Sede Bío-Bío. Concepción. 128 p.

TAPIA, P. 2014. Producción potencial de miel de una plantación de *Quillaja saponaria* Mol., ubicada en la zona central de Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 47p.

VALENZUELA, L. M. 2007. Evaluación de un ensayo de riego y fertilización de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), en la Comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla,

Región Metropolitana. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 66p.

VITA, A. 1993. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Documento de trabajo 21. Chile: CONAF. 241p.

VITA, A. 1974. Algunos antecedentes para la silvicultura del quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 31p.

13. GLOSARIO DE TERMINOS USADOS

ÁRBOL: Planta de tallo generalmente leñoso, que en su estado adulto y en condiciones normales de hábitat puede alcanzar, a lo menos, cinco metros de altura, o una menor en condiciones ambientales que limiten su desarrollo.

ARBUSTO: Vegetal de hasta 5 metros de altura, sin un tronco definido y la copa puede nacer desde el suelo.

BOSQUE: Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles (ya sea en cantidad o en altura) y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m², 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.

CORPORACIÓN: La Corporación Nacional Forestal.

CAUCE: Curso de agua conformado por un lecho de sedimentos, arena o rocas, delimitado por riberas definidas, por el cual escurre agua en forma temporal o permanente.

CASILLA: Espacio de terreno que se prepara para establecer una planta.

CONTROL BIOLÓGICO: Técnica en que se utilizan organismos vivos para el control de plagas y enfermedades.

CORTA DE BOSQUE: Acción de talar, eliminar o arrancar uno o más pies o individuos de especies arbóreas o arbustivas que formen parte de un bosque.

CORTA DE COSECHA: Corta o intervención destinada a extraer del bosque nativo o plantación, al final de la rotación o dentro del ciclo de corta, según corresponda, el volumen definido en el plan de manejo forestal.

DESECHOS VEGETALES: Material vegetal que queda en el suelo una vez realizada una faena en el bosque o plantación.

ENFERMEDAD: Alteración del recurso vegetal causada por agentes de daño que pueden ser microorganismos tales como hongos, bacterias y virus.

ESPECIE NATIVA O AUTOCTONA: Especie arbórea o arbustiva originaria del país, que ha sido reconocida oficialmente

EXPLOTACIÓN DE BOSQUE: Cualquier forma de aprovechamiento de los productos primarios del bosque.

FERTILIZANTE: Sustancia o producto destinado a mejorar las condiciones nutritivas de las plantas.

FORESTACIÓN: La acción de poblar con especies arbóreas o arbustivas terrenos que no tengan vegetación, o que, estando cubiertos de vegetación, ésta no sea posible manejar, para formar una masa arbórea o arbustiva con fines de preservación, protección o producción.

PLANTACIÓN: Bosque formado por la acción del hombre, mediante el establecimiento de plantas o semillas.

PODA: Corta de ramas en una porción del árbol para obtener madera libre de nudos y mejorar la calidad del bosque.

RODAL: Agrupación de árboles que, ocupando una superficie de terrenos determinada, es suficientemente parecida en especies, edad, calidad o estado, lo cual permite distinguirlo del arbolado contiguo.

REFORESTACIÓN: La acción de repoblar con especies arbóreas o arbustivas, por siembra, plantación o manejo de la regeneración natural, un terreno que haya estado cubierto con bosque y que haya sido objeto de explotación extractiva con posterioridad al 28 de Octubre de 1974.

SUELOS DEGRADADOS: Aquellos suelos de secano y los de clase IV de riego según la clasificación que utiliza el Servicio de Impuestos Internos en la tasación fiscal de los terrenos para determinar los avalúos agrícolas, que presentan categorías de erosión de moderada a muy severa, que pueden ser recuperados mediante actividades, prácticas u obras conservacionistas del uso del suelo.

SUELOS FORESTABLES: Son aquellos que, no teniendo la calidad de terrenos de aptitud preferentemente forestal, pueden ser objeto de plantaciones susceptibles de ser bonificadas de acuerdo con el decreto ley 701 de 1974.

SUELOS FRÁGILES: Aquellos que pueden sufrir erosión severa, debido a factores limitantes intrínsecos, tales como pendiente, textura, estructura, profundidad, drenaje, pedregosidad u otros, debidamente certificados por los organismos competentes.

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.

TERRENOS CALIFICADOS DE APTITUD PREFERENTEMENTE FORESTAL: Aquellos calificados como tales conforme al procedimiento establecido en el Decreto ley N° 701 sobre fomento forestal del año 1974.

Manuscrito para publicación

**Anexo 7. Informe técnico modulo demostrativo plantación
suplementaria predio Cayru**

004/2018

Esquema de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283





Fondo de
Investigación
del Bosque Nativo

004/2018

Informe técnico modulo demostrativo plantación
suplementaria predio Cayru.

Esquema de plantaciones suplementarias de quillay
para aumentar los recursos florales e incentivar su
uso apícola en el marco de la Ley 20.283

financiado por

Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Investigador(a) Responsable

Gustavo Cruz M. ¹, Doctor en recursos naturales

Co-investigador (es)

Patricio Tapia A.², Ingeniero Forestal

Mario Gallardo P.³, Ingeniero Agrónomo

Institución Patrocinante

Facultad de Ciencias Forestales y de la conservación de la Naturaleza,
Universidad de Chile

Enero, 2022

Santiago, Chile

¹ Departamento de Silvicultura y Conservación de la naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

² Departamento de Silvicultura y Conservación de la naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

³ Departamento de Silvicultura y Conservación de la naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Contenido.....	ii
Índice de Tablas.....	iii
Resumen	1
1. Introducción.....	2
2. Actividades realizadas.....	3
Plantación	3
Evaluación de la plantación	5
Mantenión de la plantación	5
3. Resultados y Discusión.....	6
4. Conclusiones y recomendaciones	9
5. Bibliografía	10
APENDICE 1	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Diseño del ensayo de plantación suplementaria.	3
Tabla 3.1. Resultados de las evaluaciones de la plantación en términos de supervivencia (Porcentaje de plantas vivas), DAC (Diámetro a la altura del cuello, en mm) y Altura (en cm). Media $\pm$ Error estándar.	6
Tabla 3.2. Resultados del estado sanitario de la plantación.	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de ubicación de la plantación en el predio Cayru.....	2
Figura 2.1 Tratamiento del ensayo de plantación suplementaria.....	4

RESUMEN

El presente informe técnico describe las actividades de plantación, evaluación y mantención de un módulo demostrativo de plantación suplementaria de *Quillaja saponaria* en el marco del proyecto 004/2018 "Esquema de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283", financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo. El módulo demostrativo corresponde a una plantación suplementaria, con una superficie de aproximadamente 1,3 hectáreas y se encuentra ubicado en el Secano interior de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, provincia de Colchagua, comuna de Pumanque, específicamente en el predio Cayru.

La plantación fue realizada el mes de junio de 2020, plantando 486 plantas, dispuestas en 28 bloques distribuidos aleatoriamente, en los cuales, con fines demostrativos se distribuyeron tres tratamientos, T0 sin obras, T1 con zanjas de infiltración individuales y T2 con pozo de infiltración con piedras.

La primera medición registra una baja mortalidad (<5%) en el testigo (T0) y los tratamientos T1 y T2. La mayor supervivencia la alcanzó el tratamiento T1 (99,4%). Esta situación cambia para el año 2021 donde la mortalidad alcanza un 26,1% en el tratamiento T1 y la mayor supervivencia se registra en el tratamiento T2 (86,5%).

Para el año 2021 los diámetros medios obtenidos por tratamiento no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal-Wallis, $p > 0,05$) y la tasa de crecimiento medio en diámetro a la altura del cuello, para el periodo 2020-2021, corresponde a 0,7 mm/año. Las alturas medias obtenidos por tratamiento no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal-Wallis, $p > 0,05$) y la tasa de crecimiento medio en altura, para el periodo corresponde a 3,3 cm/año.

Durante el año 2020, el tratamiento T1 registró la mayor proporción (52,8%) de plantas en buen estado y la menor proporción fue registrada por el tratamiento T0 (39,5%). En cambio, para el año 2021, se registra una recuperación ya que todos los tratamientos registraron sobre un 60% de plantas en buen estado, siendo el tratamiento T2 el que registró la mayor proporción (69,9%) y la menor proporción fue registrada por el tratamiento T1 (61,5%). Para el año 2021, sólo dos árboles presentaban el tutor dañado y un 5,2% de las obras realizadas requirieron mantención ya que algunas plantas presentaban un crecimiento de maleza en la zanja (T1) y obstrucción de los pozos de infiltración (T2).

Existen diferencia en el crecimiento por parte de las plantas que presentan obras asociadas, estos resultados constituyen tendencias ya que no resultan significativos estadísticamente como para concluir un efecto por parte de los tratamientos ensayados como el pozo y la zanja. Se recomienda continuar con mediciones periódicas para determinar el efecto, a largo plazo, de los tratamientos ensayados sobre el crecimiento.

1. Introducción

El presente informe técnico describe las actividades de plantación, evaluación y mantención de un módulo demostrativo de plantación suplementaria de *Quillaja saponaria* en el marco del proyecto 004/2018 "Esquema de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283", financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo. El módulo demostrativo corresponde a una plantación suplementaria, con una superficie aproximada de 1,3 hectáreas y se encuentra ubicado en el Secano interior de la Región del Libertador General Bernardo O´Higgins, provincia de Colchagua, comuna de Pumanque, específicamente en el predio Cayru (Coordenadas UTM 262620; 6172290) (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 1.1. Mapa de ubicación de la plantación en el predio Cayru.

2. Actividades realizadas

Plantación

La plantación fue realizada el mes de junio de 2020 y consistió en 2 días de faena, plantando un total de 486 plantas a un distanciamiento promedio de 4x4 m, dispuestas en 27 bloques distribuidos aleatoriamente (Ver Apéndice 1), en los cuales, con fines demostrativos, se ensayaron dos tipos de obra, citadas en la literatura especializada en plantaciones en condiciones semi áridas (i.g. Jiménez et al., 2017; Coello et al., 2018), las obras son descritas en la Tabla 2.1. Las plantas fueron ubicadas en cada bloque teniendo en cuenta una distribución cercana a la natural, aprovechando los claros micrositios presentes en el rodal. El método de plantación fue mediante casillas de 40x40x40 cm. Además, para la protección de las plantas se utilizaron ramas secas de *Trevoa trinervis* y *Rubus ulmifolius* que se encontraban en el mismo sitio de la plantación. Cada planta fue acompañada de un tutor para guiar su crecimiento. Las plantas fueron etiquetadas con un código para su posterior seguimiento. No se aplicó ningún riego de establecimiento.

Tabla 2.1. Diseño del ensayo de plantación suplementaria.

Código	Obra	Descripción	Nº de bloques	Nº de plantas
T0	Sin obra	No se realizan obras asociadas a la casilla de plantación.	9	162
T1	Zanja de infiltración individual	Se excava una zanja para cada planta de 60 cm de largo por 25 cm de ancho y 25 cm de profundidad, ubicada sobre la pendiente con la finalidad de captar agua y mejorar la infiltración	9	161
T2	Pozo de infiltración con piedras.	Se rellena con piedras pequeñas un tubo de PVC, de 10 cm de diámetro y 30 cm de largo que se entierra un costado de la casilla, el cual una rellena la casilla se extrae, para conforma una columna vertical porosa de piedras que mejorar la infiltración del agua.	9	163
Total			27	486



Figura 2.1 Tratamiento del ensayo de plantación suplementaria. Arriba izquierda T0: Testigo; Arriba derecha: T1: zanja de infiltración individual; Abajo izquierda T2: Vista del tubo de PVC que es llenado con piedras al interior de la casilla; Abajo derecha: T2: Columna vertical de piedras una vez retirado el tubo de PVC (Fotos: N. Varela.; J. Ovalle).

Evaluación de la plantación

Se realizaron dos evaluaciones, la primera en el mes de agosto del año 2020 y la segunda en el mes de junio del año 2021. En ambas evaluaciones se registró la ubicación de cada una de las plantas y se midió la supervivencia de las plántulas, el Diámetro a la altura del cuello (DAC) y la altura (H) de cada planta.

Se registró el estado sanitario de las plantas de forma cualitativa clasificando cada planta en tres categorías: Regular; para aquellas plantas que presentan color amarillo en más de un 40% del follaje, turgencia de hoja anormal y señales de ataque de patógenos; Buena; para aquellas plantas de color verde, con turgencia de hojas y elasticidad normal, sin ataque de patógenos; y Muerta, para aquellas plantas sin follaje (sin hojas). Además, se registró el estado de los tutores y de las obras realizadas de mejoramiento realizadas.

Mantenimiento de la plantación

Considerando que la finalidad de la plantación es servir de módulo demostrativo, luego de cada evaluación de las plantas, se realizaron actividades de mantenimiento de la plantación, las cuales incluyen el replante de aquellos individuos muertos, reparación de tutores y mantenimiento de obras en aquellos individuos que lo requirieran.

3. Resultados y Discusión

La) y la tasa de crecimiento medio en altura, para el periodo 2020-2021, corresponde a 3,3 cm/año.

Tabla 3.1 presenta los resultados obtenidos respecto de la sobrevivencia y desarrollo de las plantas, según las distintas obras ensayadas. La primera medición para todos los tratamientos registró una baja mortalidad (<5%), considerando que fue realizada a los dos meses de concluida la plantación, alcanzando la mayor supervivencia para el tratamiento T1 (99,4% de supervivencia). Esta situación cambia para el año 2021 donde la mortalidad alcanza un 26,1% en el tratamiento T1 y la mayor supervivencia se registra en el tratamiento T2 (86,5% de supervivencia).

Para el año 2021 los diámetros medios obtenidos por tratamiento no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal-Wallis, $p>0,05$) y la tasa de crecimiento medio en diámetro a la altura del cuello, para el periodo 2020-2021, corresponde a 0,7 mm/año.

Para el año 2021 las alturas medias obtenidos por tratamiento no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal-Wallis, $p>0,05$) y la tasa de crecimiento medio en altura, para el periodo 2020-2021, corresponde a 3,3 cm/año.

Tabla 3.1. Resultados de las evaluaciones de la plantación en términos de supervivencia (Porcentaje de plantas vivas), DAC (Diámetro a la altura del cuello, en mm) y Altura (en cm). Media $\pm$ Error estándar.

Parámetros	T0 Sin obra	T1 Zanja	T2 Pozo
Supervivencia (%)			
2020	95,7	99,4	92,6
2021	80,9	73,9	86,5
DAC (mm)			
2020	2,6 $\pm$ 0,05	2,5 $\pm$ 0,04	2,7 $\pm$ 0,05
2021	3,2 $\pm$ 0,08	3,2 $\pm$ 0,08	3,4 $\pm$ 0,08
Altura (cm)			
2020	21,3 $\pm$ 0,39	21,4 $\pm$ 0,46	22,2 $\pm$ 0,35
2021	24,8 $\pm$ 0,60	24,9 $\pm$ 0,52	25,0 $\pm$ 0,43

La

Tabla **3.2** presenta los resultados obtenidos respecto al estado sanitario de la plantación. Durante el año 2020, el tratamiento T1 registró la mayor proporción (52,8%) de plantas en buen estado y la menor proporción fue registrada por el tratamiento T0 (39,5%). En cambio, para el año 2021, se registra una recuperación ya que todos los tratamientos registraron sobre un 60% de plantas en buen estado, siendo el tratamiento T2 el que registró la mayor proporción (69,9%) y la menor proporción fue registrada por el

tratamiento T1 (61,5%). Para el año 2021, sólo dos árboles presentaban el tutor dañado y un 5,2% de las obras realizadas requirieron mantención ya que algunas plantas presentaban crecimiento de maleza en la zanja y obstrucción de los pozos.

Tabla 3.2. Resultados del estado sanitario de la plantación.

Parámetros	T0 Sin obra	T1 Zanja	T2 Pozo
Buenas (%)			
2020	39,5	52,8	49,0
2021	69,1	61,5	69,9
Regulares (%)			
2020	46,9	45,9	43,6
2021	11,7	12,4	16,6
Muertas (%)			
2020	4,3	0,6	7,4
2021	19,1	26,1	13,5

En Chile central, los desafíos de reforestación en un contexto de sequía prolongada requieren entre otros factores, el mejorar las técnicas de establecimiento en plantaciones como en restauraciones (Bannister et al., 2018). El uso de riego inicial y las mejoras de la capacidad de retención hídrica del sitio de plantación pueden reducir el estrés estival y mejorar el éxito del establecimiento en condiciones de sequía (Becerra et al., 2013; Bown et al., 2018; Jiménez et al., 2004; Ovalle et al., 2015). Sin embargo, la disponibilidad agua para riego es comúnmente una limitante y su uso en determinadas localidades no está exenta de conflictos sociales. Así, las mejoras de la capacidad de retención hídrica del sitio de plantación pueden ser más factibles de implementar.

A pesar del corto periodo de evaluación, preliminarmente se puede afirmar que después de un periodo estival todos tratamientos registraron una moderada mortalidad (<26%), donde la mayor mortalidad se alcanza en el tratamiento T1 (26,1%) y la mayor supervivencia se registra en el tratamiento T2 (86,5%).

La zanja individual exhibió una buena sobrevivencia inicial, sin embargo, después de un periodo estival esta disminuyó. Esto podría deberse a que es situaciones con pendiente el poco escurrimiento superficial arrastra material vegetal que rellena la zanja, lo que podría influir en su eficacia para captura agua.

Respeto del Pozo seco de infiltración de piedra (Coello, et al., 20018), esta resultaría ser una técnica adecuada para *Q. saponaria*, ya que permite una rápida infiltración del agua (Valdecantos et al., 2014). Este autor menciona que la técnica contribuye a la retención de humedad en el suelo, la que

contribuye significativamente a la sobrevivencia de una especie mediterránea. Sin embargo, Talamilla, 2021, reporta para plantaciones *Q. saponaria* que al final de la primera temporada de crecimiento, este tratamiento sólo alcanzó un 37,7% de sobrevivencia en la zona central de Chile (RM). Este autor señala que una mezcla de hidrogel y suelo resulta ser una técnica adecuada para *Q. saponaria*, así como también una columna de piedras en la casilla, ya que ambas técnicas reducen el estrés hídrico postrasplante durante la fase de arraigamiento.

Por otro lado, las técnicas si bien pueden asegurar el éxito de la plantación suplementaria, incrementan sensiblemente los costos de plantación, quedando estas técnicas fuera del monto del subsidio estipulado para recuperar bosques nativos para fines de producción no maderera, o para fines de producción maderera (Cruz et al., 2022).

4. Conclusiones y recomendaciones

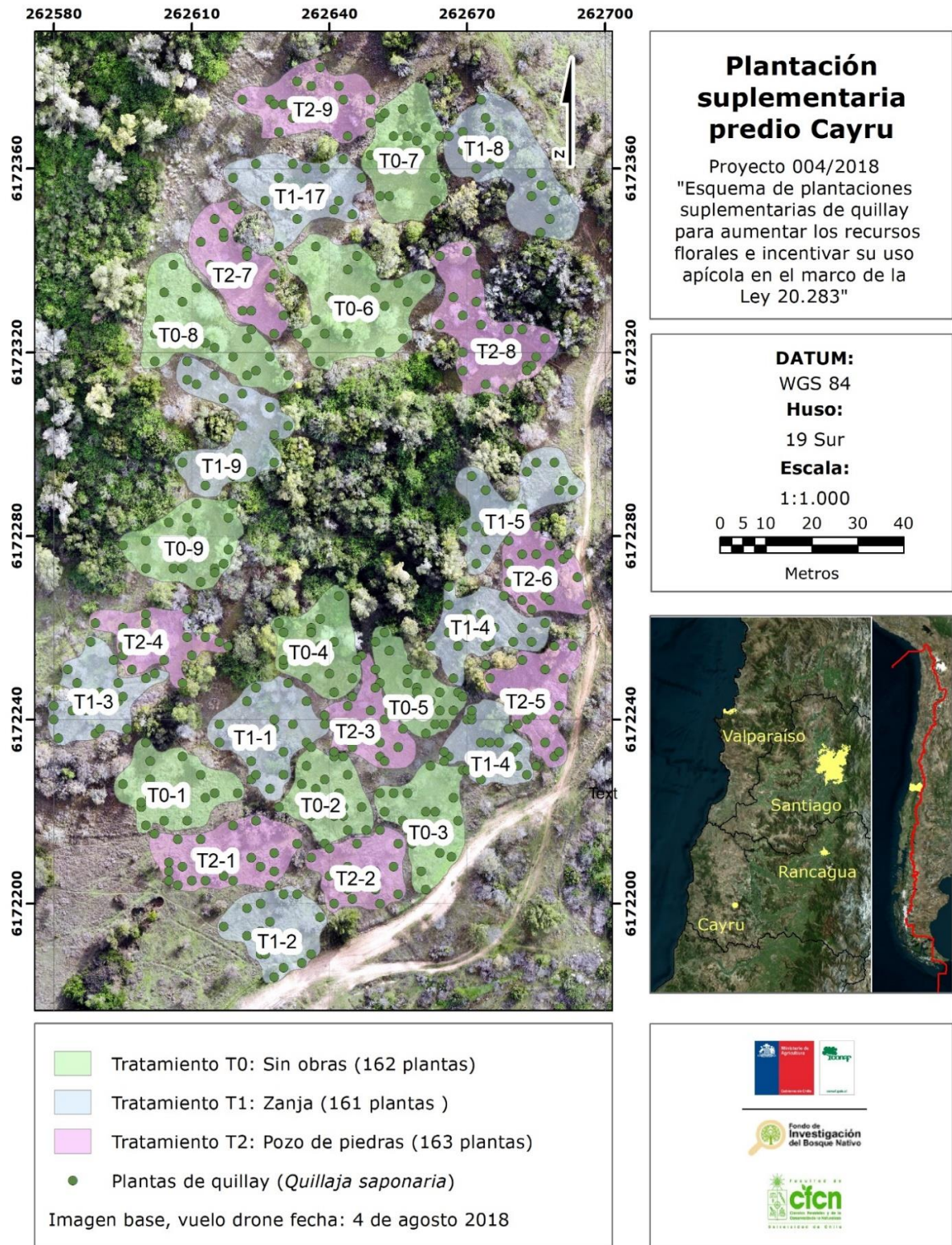
Si bien se observan diferencias en el crecimiento por parte de las plantas que presentan obras asociadas, estos resultados constituyen tendencias ya que no resultan significativos estadísticamente como para concluir un efecto por parte de los tratamientos ensayados. Estos resultados mostrarían más bien un leve incremento en la supervivencia de las plantas que se encuentran asociadas a las obras de mejoramiento del sitio de plantación como el pozo y la zanja, además de una mejora en las condiciones sanitarias de la plantación. Se recomienda continuar con mediciones periódicas para determinar el efecto, a largo plazo, de las obras ensayadas sobre el crecimiento.

5. Bibliografía

- BANNISTER, J.R., VARGAS-GAETE, R., OVALLE, J.F., ACEVEDO, M., FUENTES-RAMIREZ, A., DONOSO, P.J., PROMIS, A., SMITH-RAMÍREZ, C., 2018. Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile. *Restor. Ecol.* 26, 1039–1044. <https://doi.org/10.1111/rec.12880>
- BECERRA, P.I., CRUZ, G., RÍOS, S., CASTELLI, G., 2013. Importancia del riego y tamaño de las plantas en el éxito de establecimiento de diferentes especies nativas en un ecosistema degradado de Chile central. *Bosque* 34, 103–111. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002013000100012>
- BOWN, H.E., FUENTES, J.P., MARTÍNEZ, A.M., 2018. Assessing water use and soil water balance of planted native tree species under strong water limitations in Northern Chile. *New For.* 49, 871–892. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9689-6>
- COELLO, J.; A. AMEZTEGUI; P. ROVIRA; C. FUENTES y M. PIQUÉ. 2018. Innovative soil conditioners and mulches for forest restoration in semiarid conditions in northeast Spain. *Ecological Engineering*. 118:52-65.
- CRUZ, G.; TAPIA, P. VARELA, N Y BRAVO, R. 2022. Plantaciones suplementarias de quillay (*Quillaja saponaria*) para incrementar el uso apícola de bosques esclerófilos degradados en Chile central. Corporación Nacional Forestal -Fondo de Investigación de Bosque Nativo. Santiago. 56 p (Manuscrito para impresión)
- JIMÉNEZ, M. N.; J. R. PINTO; M. A. RIPOLL; A. SÁNCHEZ-MIRANDA y F. B. NAVARRO. 2017. Impact of straw and rock-fragment mulches on soil moisture and early growth of holm oaks in a semiarid area. *CATENA*. 152:198-206.
- JIMÉNEZ, M.N., RIPOLL, M.A., NAVARRO, F.B., BOCIO, I., DE SIMÓN, E., 2004. Modificación del microclima edáfico producido por riegos en forestaciones de zonas semiáridas. *Investig. Agrar. Sist. y Recur. For.* 13, 142. <https://doi.org/10.5424/srf/200413s1-00862>
- OVALLE, J.F., ARELLANO, E.C., GINOCCHIO, R., 2015. Trade-offs between drought survival and rooting strategy of two South American Mediterranean tree species: Implications for dryland forests restoration. *Forests* 6, 3733–3747. <https://doi.org/10.3390/f6103733>
- TALAMILLA, M. 2021. Uso de acondicionadores de suelo para reducir estrés hídrico post plantación de especies nativas del bosque esclerófilo en la Región Metropolitana, Chile. Tesis Magister en Recursos Naturales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 72 p.

VALDECANTOS, A., FUENTES, D., SMANIS, A., LLOVET, J., MORCILLO, L., BAUTISTA, S., 2014. Effectiveness of Low-Cost Planting Techniques for Improving Water Availability to *Olea europaea* Seedlings in Degraded Drylands. *Restor. Ecol.* 22, 327–335. <https://doi.org/10.1111/rec.12076>.

APENDICE 1



Anexo 8. Manuscrito Manual apícola de especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile.



Gustavo Cruz • Mario Gallardo • Natalia Varela • Patricio Tapia

MANUAL APICOLA DE ESPECIES MELIFERAS DEL BOSQUE Y MATORRAL NATIVO ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

**MANUAL APÍCOLA DE ESPECIES MELÍFERAS
DEL BOSQUE Y MATORRAL NATIVO
ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE
CHILE**

Gustavo Cruz M.

Mario Gallardo P.

Natalia Varela V.

Patricio Tapia A.

Corporación Nacional Forestal -Fondo de Investigación de Bosque Nativo

2021

MANUAL APÍCOLA DE ESPECIES
MELIFERAS DEL BOSQUE Y
MATORRAL NATIVO ESCLERÓFILO
DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

El presente manual corresponde a una actividad del proyecto “Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283”, financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF.

Autores:

Gustavo Cruz M.
Mario Gallardo P.
Natalia Varela V.
Patricio Tapia A.

Diseño y diagramación:

Patricio Tapia A.

Este documento puede ser reproducido, siempre que se especifique claramente la fuente, citando:

Cruz M., Gallardo P., Varela N., Tapia P. 2021. Manual apícola de especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile. CONAF, FIBN. Santiago, Chile. 112 p.

Las fotografías pertenecen a los autores en la mayoría de los casos; cuando son de otra fuente se señala el autor u origen en la misma.

Registro de propiedad intelectual Pendiente
Santiago de Chile, 2021
I.S.B.N Pendiente

INDICE

PRESENTACIÓN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FLORA DE INTERÉS APÍCOLA.....	1
Flora de interés apícola y su importancia para la apicultura	1
Reproducción de las plantas y su relación con las abejas (<i>Apis mellifera</i> L.).....	1
Morfología floral de las Angiospermas y su vinculación a la apicultura	3
Sexualidad de las plantas y su importancia en la apicultura	5
Recursos florales utilizados por las abejas melíferas.....	10
Néctar	11
Polen	12
Criterios para evaluar las especies de aptitud apícola en el área de pecoreo	15
CAPÍTULO 2. BOSQUE Y MATORRAL NATIVO ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE Y SU IMPORTANCIA APÍCOLA	17
Características del bosque y matorral esclerófilo.....	17
Flora apícola del Bosque y Matorral Esclerófilo	19
Tipo de miel posible de obtener del bosque y matorral esclerófilo.....	19
FICHAS TÉCNICAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES APÍCOLAS DEL BOSQUE Y MATORRAL ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE.....	22
Simbología descripción de especies.....	23
Arrayán blanco	25
Boldo	26
Bollén.....	28

Chagual.....	30
Colliguay.....	33
Corcolén.....	35
Corontillo.....	37
Crucero.....	39
Espino.....	41
Frangel.....	43
Guayacán.....	45
Huañil.....	47
Huingán.....	49
Litre.....	51
Maitén.....	53
Maqui.....	55
Molle.....	57
Peumo.....	59
Quillay.....	61
Quisco.....	63
Romerillo.....	65
Tevo.....	67
Tralhuén.....	69

CAPÍTULO 3. VALORACIÓN PRÁCTICA DE LAS ESPECIES APÍCOLAS DEL BOSQUE Y MATORRAL NATIVO ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE..... 71

Delimitar el área de recolección de las abejas 71

Identificación de las especies del entorno al apiario (Listado florístico) 75

Determinación del aporte apícola de cada especie vegetal entorno al apiario .	75
Estimación de la disponibilidad de las especies melíferas en torno al apiario .	76
Registro de la duración de la floración y oportunidad de la floración	79
Elaboración del calendario fenológico.....	79
CAPÍTULO 4. Manejo de la colmena en el contexto del bosque esclerófilo y matorral	81
CAPÍTULO 5. MANEJO SILVICOLA DE ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA (APISILVICULTURA)	88
Selección y mezclas de especies en el bosque	88
Raleo de árboles en bosques densos	89
Conformación de los bordes del bosque.....	91
Manejo de vegetación acompañante.	92
Mantenimiento y/ creación de claros en el interior de bosque y matorral.....	93
Mantener una superficie suficiente de bosque cercana a los apiarios.....	94
REFERENCIAS.....	98
Glosario.....	108

Manuscrito para publicación

PRESENTACIÓN

El presente manual, entrega conocimientos y herramientas técnicas para una gestión apícola sustentable, teniendo como base las especies del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile. Está dirigido a profesionales y productores vinculados al ámbito de la apicultura, así como también a aquellos ligados a la planificación y a las políticas públicas de fomento de la actividad apícola. En su primer capítulo se aborda la importancia de las características del bosque y matorral esclerófilo y su flora de interés apícola. Aspectos sobre la morfología floral, biología reproductiva de las plantas, y la importancia para la producción apícola. En su segundo capítulo se entregan 23 fichas con las especies melíferas del bosque y matorral nativo esclerófilo de la zona central de Chile. Las fichas incluyen nombre, origen y distribución en Chile, descripción botánica, calendario floral para cada especie y la valoración de su aptitud apícola. El tercer capítulo, describe las pautas básicas de manejo del apiario orientado en los criterios para evaluar las especies de aptitud apícola, el registro de floraciones, calendarios florales de interés apícola del bosque y matorral esclerófilo con el fin de mejorar la producción apícola. En cuarto lugar, la importancia de una gestión apícola sustentable basada en el bosque y matorral esclerófilo de la zona central del país. Finalmente, en un quinto capítulo, explica las estrategias en el manejo del bosque que pueden aumentar la oferta de néctar y polen, alimentos fundamentales de las abejas en el paisaje natural. Esto mediante una serie de intervenciones silviculturales (apisilvicultura) que favorecen la producción apícola.

El presente manual corresponde a una actividad del proyecto “Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283”, financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF.

INTRODUCCIÓN

El bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile se caracteriza por presentar una gran variedad de especies con valor melífero, lo que ha permitido el desarrollo de la apicultura en la zona central del país. Sin embargo, estos ecosistemas han sido sometidos a fuertes alteraciones antrópicas (incendios forestales, habilitaciones agrícolas y frutícolas, ganadería extensiva, extracción de leña, tierra de hoja, entre otros), lo que ha generado una pérdida en el paisaje, degradación en los suelos y una importante disminución de la flora nativa y endémica de la zona central.

Un aspecto importante de los ecosistemas del bosque y matorral esclerófilo radica en la gran diversidad de flora melífera que presentan, lo que proporciona un alto valor a los productos apícolas que se obtienen de estos ecosistemas. Entre estos se cuenta miel, mielatos, propóleos y polen, los cuales presentan características únicas de inocuidad y calidad. Sin embargo, la apicultura asentada en la zona central de Chile se ha visto cada vez más afectada por las variaciones climáticas como sequías prolongadas e incremento promedio de las temperaturas, lo que ha impactado en la fenología de las plantas, reduciendo el periodo e intensidad de la floración. Esto ha provocado la disminución en la secreción de néctar y en la calidad del polen (Aguilar et al., 2017), generando que algunos apicultores deban incrementar la trashumancia local y entre regiones, pudiendo provocar usos focalizados en el territorio en periodos determinados para obtener recursos melíferos.

Para sobrellevar esta situación desfavorable el apicultor junto a su conocimiento en apicultura debe gestionar su manejo apícola en forma sustentable basada en el conocimiento de los recursos florales del bosque y matorral esclerófilo de su entorno, ya que este constituye el recurso fundamental disponible para las abejas para alimentarse y elaborar en cantidad y calidad los productos de la colmena, que el apicultor puede extraer para su consumo o comercialización. Por otro lado, es la flora apícola constituyente de este bosque y matorral la que define las alternativas

productivas del apicultor (miel, cera, polen, jalea real y propóleos), y las restricciones en la cantidad y calidad de los productos generados. Además, su conocimiento permite establecer pautas de manejo de las colmenas (alimentación artificial, reproducción, manejo productivo, época de cosecha, entre otros) de manera de optimizar el aprovechamiento de los recursos de una determinada localidad. Asimismo, brinda información para determinar la conveniencia y oportunidad para regular la carga apícola y/o el traslado del apiario hacia otros lugares en busca de la flora melífera apropiada para sus colmenas. Adicionalmente, permite utilizar gran variedad de especies o comunidades que, por su ubicación geográfica y topográfica en los ecosistemas de montaña, carecen de un uso agroforestal productivo, contribuyendo así, a proporcionar servicios ecosistémicos de gran valor para ser humano y así formar parte de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (ODS), iniciativa impulsada por Naciones Unidas.

En virtud de lo anteriormente expuesto, el presente manual tiene por objetivo entregar herramientas técnicas para una gestión apícola sustentable, teniendo como base las especies del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile.

CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FLORA DE INTERÉS APÍCOLA

Flora de interés apícola y su importancia para la apicultura

Previo a describir la flora de interés apícola del bosque y matorral esclerófilo de Chile central, es necesario mencionar “que se entiende por flora de interés apícola”. Para esto se abordan aspectos sobre la biología reproductiva de las plantas, morfología floral y la relación que existe entre flores y polinizadores.

Se denomina flora apícola (flora melífera, flora nectarífera o flora polínífera) al conjunto de especies vegetales tales como árboles, arbustos, hierbas y plantas suculentas con flores que presentan nectarios y de donde se pueda recolectar polen. Sin embargo, solo un 16% de las plantas con flores a nivel mundial contribuyen como fuente de alimentación para las abejas (Crane, 1990), mostrando que las abejas presentan cierta preferencia frente a las especies con flores disponibles, buscando calidad y cantidad de recursos alimenticios para ella (Montenegro, 2002). En general, las abejas utilizan solamente una parte reducida de la flora presente, solo un 1,6% de la flora de interés apícola son la fuente principal de la miel que se produce en el mundo (Crane, 1990). Por esta razón es de importancia conocer la biología reproductiva de las plantas, morfología de las flores y cómo estos factores resultan determinantes en la fuente de alimentación de la abeja y en la producción apícola.

Reproducción de las plantas y su relación con las abejas (*Apis mellifera* L.)

reproducción, llamados estróbilos (conos y amentos). Estas estructuras leñosas son ramas que fueron modificadas, las cuales protegen a las semillas, en general la mayoría de las Gimnospermas son polinizadas por el viento. El ejemplo típico de estas plantas son los abetos, cipreses, pinos, entre otros.

Las Angiospermas, por el contrario, si presentan flores. Estas plantas presentan óvulos (gameto femenino) que están encerrados en hojas fértiles (carpelos), que forman parte de la flor. Por lo que, las flores tienen como función controlar y proteger a los gametos. Las Angiospermas presentan distintos mecanismos de polinización entre los cuales se encuentra la polinización entomófila¹.



(a)

(b)

Figura 1.1 Órganos reproductivos. (a) Conos femeninos grandes de *Pinus Radiata* (pino), *Gymnospermas*. (b) Flores de *Eucryphia cordifolia* (ulmo), *Angiospermas*. (derecha)
(Fotografías: (izquierda) y (derecha) Igor Monasterio A.)

Las flores corresponden a los órganos de la planta que portan el polen y secretan néctar, fuente de recursos alimenticios para las abejas. Las diversas formas que presentan las flores (morfología floral), particularmente la sexualidad de la flor de

¹ Entomófila, plantas polinizadas por insectos.

la especie melífera determinará el aporte que es capaz de realizar una planta en términos apícolas.

Morfología floral de las Angiospermas y su vinculación a la apicultura

La flor representa la estructura reproductiva de las plantas (angiospermas), cuya función es producir semilla, y así garantizar la sobrevivencia de la especie en el tiempo. Una flor completa consta de tres partes: perianto, androceo y gineceo. La parte que no produce gametos tiene una función principalmente protectora de los órganos reproductivos. A esta parte se le denomina **perianto**, y está compuesta por el cáliz (conjunto de sépalos) y por la corola (conjunto de pétalos). Características como la disposición, color y textura de sépalos y pétalos puede facilitar o dificultar el acceso de la abeja a la flor. La parte reproductora masculina está formada por el **androceo** (estambres). Los estambres se componen de un filamento y una antera en cuyo interior se alojan los granos de polen, que es pecoreado por la abeja melífera para su alimentación, y por el **gineceo** (carpelos) que es la parte femenina, en donde se producen los óvulos (Figura 1.2). Por lo general, en la base del gineceo se ubican los nectarios, glándulas secretoras de néctar, sustancia recolectada por la abeja para la elaboración de la miel.

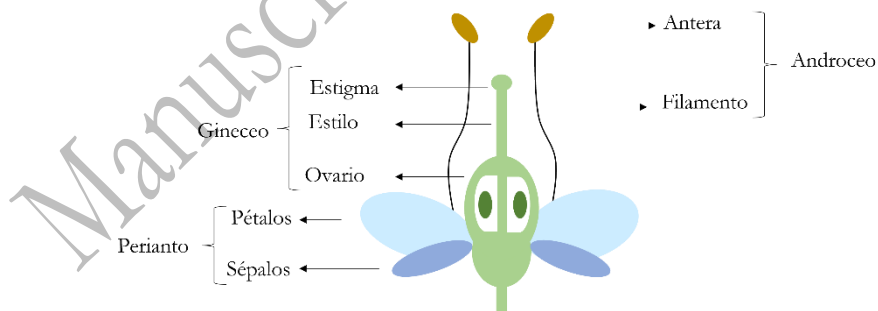


Figura 1.2 Estructura reproductiva de una flor completa de angiosperma (tomado y modificado de Curso de Botánica Sistemática, <http://www.chlorischile.cl>).

La polinización de la flor es la transferencia del grano de polen desde la parte masculina (estambre) de una flor hasta la parte femenina (estigma) de la misma u otra flor. Para las plantas con flor entomofilas, este movimiento de polen requiere de la acción de otro organismo, un polinizador (Figura 1.3). Las plantas y sus polinizadores forman una relación mutualista, lo que significa que cada uno se beneficia del otro (Inouye y Lewin 2013).

El conjunto de características que poseen las flores para atraer a un determinado agente polinizador se les llaman síndromes florales (Proctor et al., 1996). Entre estos caracteres existen señales y atrayentes que presentan las plantas con flores, dentro de las señales se encuentra la forma y color de la corola que guían a los polinizadores hacia los órganos sexuales, el aroma que emite la flor indica cuando estos están maduros (Breton, 1996). Por otro lado, los atrayentes son la recompensa que la flor ofrece al agente polinizador, entre estos se encuentra el néctar para lograr la visita de los polinizadores (abejas).

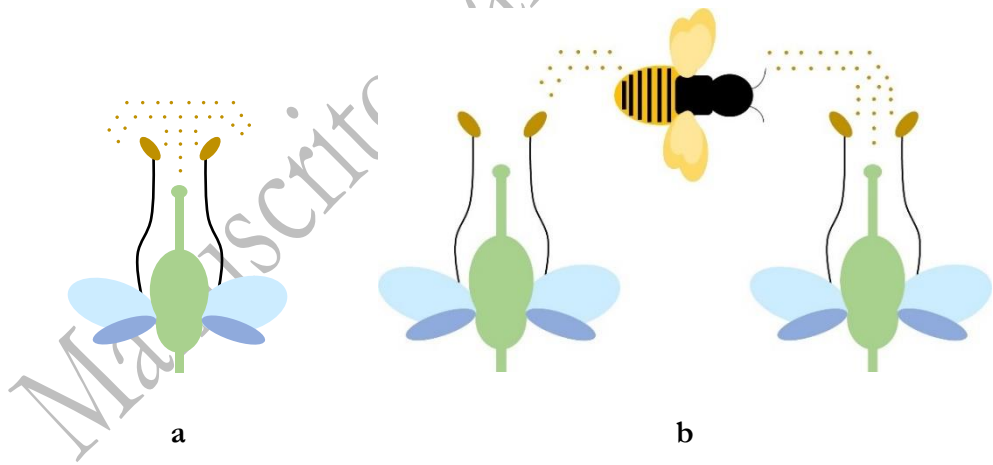


Figura 1.3 Tipos de polinización según la procedencia genética del polen. (a) Autopolinización o autogamia, el polen de la flor pasa de los estambres al gineceo (b) Polinización cruzada o alogamia, insectos como la abeja transportan el polen de una flor a otra.

En el caso de las plantas polinizadas por abejas, las flores (melitofilas) han evolucionado presentando colores claros, guías de néctar, y a menudo reflejan la luz ultravioleta (solo visible para las abejas desde el ultravioleta hasta el amarillo-anaranjado 300-650 nm con sensibilidad para el ultravioleta, azul y verde) (Chittka, 1996; Briscoe y Chittka, 2001), exudando néctar en horarios diurnos, y al alcance de su aparato bucal. Para las abejas, algunas flores son amplias, brindando "pistas de aterrizaje" que favorecen el pecoreo (Figura 1.4).

Sexualidad de las plantas y su importancia en la apicultura

Es importante desde el punto de vista apícola conocer la sexualidad de las especies de plantas melíferas, ya que le permite conocer cuál es el aporte (néctar, polen o ambos) que entrega cada especie vegetal a la colmena. Por otro lado, a nivel de una población de plantas de interés apícola, la proporción de individuos de distinto tipo de sexualidad permite estimar de mejor manera las posibilidades del tipo de recolección (néctar, polen o ambos) por parte de las abejas recolectoras.

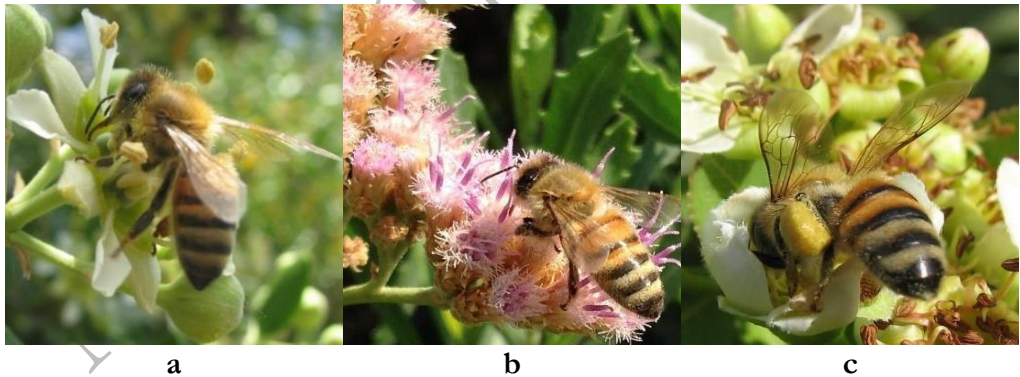


Figura 1.4. Flores melitofilas, siendo pecoreadas por *Apis mellifera* (a) Flor de *Quillaja saponaria* (quillay) (b) Flor de *Tessaria absinthioides* (brea) (c) Flor de *Kageneckia oblonga* (bollén) (Fotografías: (a) y (c) Mario Gallardo P. (b) Igor Monasterio A.).

Entre las plantas existe una gran variedad de formas, en relación con la manera como se presentan los sexos dentro de los individuos, así como también entre los individuos de una misma especie. La sexualidad de las plantas se puede observar en tres niveles: flores individuales, plantas individuales y poblaciones.

A nivel de **flores individuales**: encontramos flores que presentan los dos órganos reproductores, androceo (masculino ♂) y gineceo (femenino ♀) en una misma flor individual. A esas flores se les conoce como flores **hermafroditas** o **monoclínicas** (Figura 1.5, a). También existen flores individuales con solo un órgano reproductor llamadas flores **unisexuales** o **diclínicas**. Si el órgano reproductor observado es el androceo (parte masculina ♂) la flor es **unisexual estaminada** y son productoras de polen (Figura 1.5, b); sin embargo, las flores unisexuales masculinas también pueden secretar néctar, como es el caso de *Peumus boldus*, (Cruz et al., 2020). Si el órgano reproductor es el gineceo (parte femeninas ♀) la flor es **unisexual pistilada**, son las productoras de néctar y receptoras del polen (Figura 1.5, c).

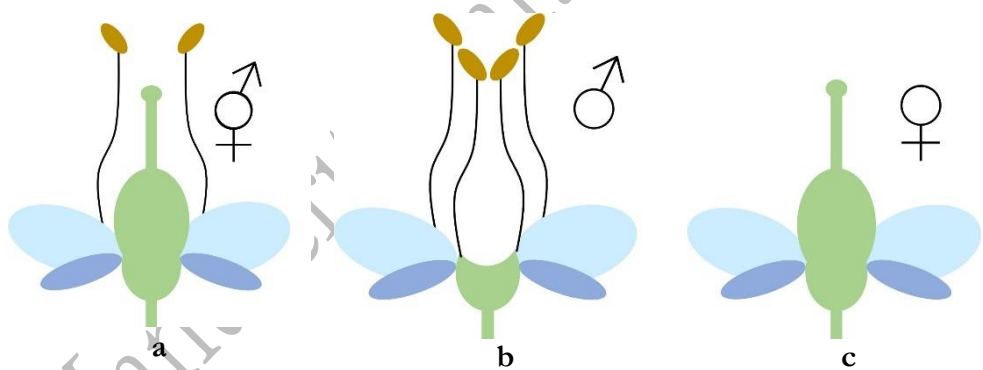


Figura 1.5. Sexualidad de las plantas a nivel de flores. Ilustración de flor hermafrodita (a). Ilustración de flor unisexuales pistilada (masculina) (b). Ilustración de flor unisexuales estaminada (femenina) (c).

En el bosque y matorral esclerófilo encontramos especies como *Quillaja saponaria* (quillay) (Figura 1.6, a), *Retanilla trinervia* (tevo), *Cryptocarya alba* (peumo), entre otras que a nivel de la flor presentan individuos con flores **hermafroditas** o **monoclínicas**, es decir, presentan ambos sexos en una misma flor. En contraste,

Kageneckia angustifolia (frangel) (Figura 1.6, b y c), *Lithrea caustica* (litre), *Colliguaja odorifera* (colliguay) presentan flores **unisexuales o diclinas**, es decir, flores individuales con un solo órgano (flores femeninas o flores masculinas).

Por otro lado, si observamos en el bosque y matorral a nivel de plantas individuales podemos encontrar especies llamadas **dioicas**, plantas que poseen las flores femeninas en un individuo y las flores masculinas en otro individuo, es decir, existen plantas femeninas y plantas masculinas, como es el caso de *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo), *Schinus latifolius* (molle), entre otros. Además, es posible encontrar especies **monoicas**, cuyas plantas poseen flores femeninas y masculinas en un mismo individuo, como *Colliguaja odorifera* (colliguay), que presenta flores femeninas y flores masculinas en el mismo individuo (Figura 1.7).

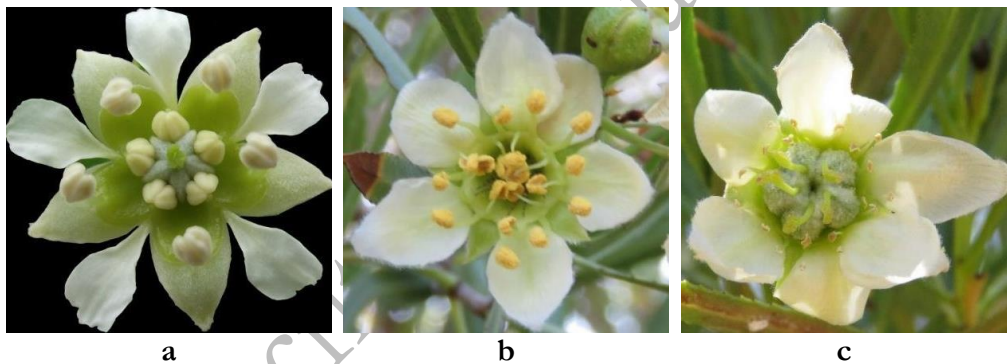


Figura 1.6. Sexualidad de las plantas a nivel de flores. a) Flor hermafrodita de *Quillaja saponaria* (quillay) donde se muestra el gineceo central (ovario) y la presencia del androceo con una serie concéntrica de filamentos y anteras productora de polen (izquierda). b) Flor unisexuales (masculina) de *Kageneckia angustifolia* (frangel), donde se observa el androceo con una serie de 14 a 16 estambres, insertos en el borde del receptáculo (central). c) Flor unisexuales (femenina) de *Kageneckia angustifolia* (frangel), donde se muestra el gineceo central (ovario compuesto de 5 carpelos sésiles) y la presencia de estambres rudimentarios (derecha). (Fotografías: (a). Patricio Tapia A. (b) y (c). Felipe Orellana R.).

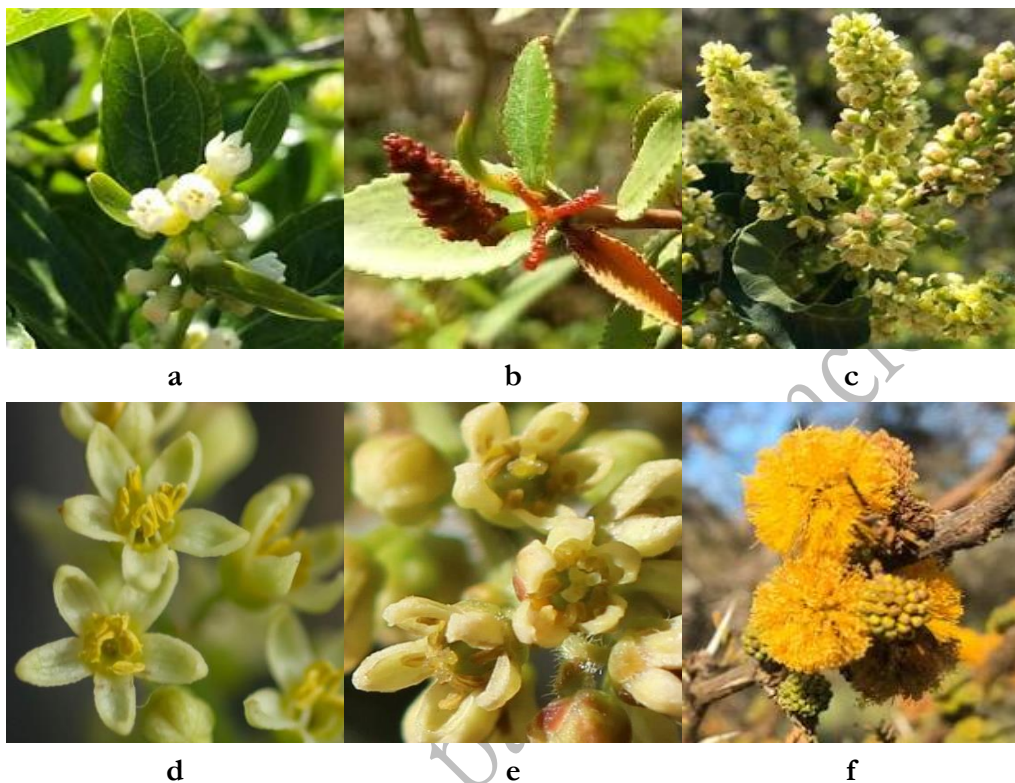


Figura 1.7. Sexualidad de las plantas a nivel de individuo. (a) *Retanilla trinervia* (tevo) con flores monoica. (b) *Colliguaja odorifera* (colliguay) monoica. (c) *Schinus latifolius* (molle) dioico. (d) *Lithrea caustica* (litre) dioico, con presencia de flores masculinas. (e) *Lithrea caustica* (litre) dioico. (f) *Acacia caven* (espino) monoica (Fotografías: (a) Isabel Juricic M. (b) Felipe Orellana R. (c) y (f) Igor Monasterio A. (d) Isabel Juricic M. (e) Mario Gallardo P.).

También existen especies vegetales que presentan flores hermafroditas y femeninas o flores hermafroditas y masculinas, incluso especies que tienen los tres hermafrodita, femenina y masculina.

Sin embargo, a pesar de todas estas posibilidades de sexualidad a nivel de flor, individuo y población, la mayoría de las plantas con flor son hermafroditas (70%), mientras que una proporción mucho menor corresponde a plantas dioicas (5%) o y monoicas (7%) (Dellaporta y Calderon-Urrea, 1993). La alta proporción de plantas con flores hermafroditas tienen algunas complicaciones a nivel de variabilidad genética, por lo que existen otros mecanismos que realizan las plantas para evitar en parte la autopolinización y así reducir la tasa de emparentamiento poblacional¹.

Estos mecanismos pueden ser separando las funciones masculinas y femeninas de los órganos reproductivos en el tiempo y el espacio. Esta condición consiste en la maduración a destiempo de los sexos (estambres y carpelos) dentro de una misma flor, evitando la autopolinización. Cuando la parte masculina (estambres) de una flor, madura antes que la parte femenina (carpelos) se conoce como Protandria. En cambio, cuando la parte femenina (carpelos) madura antes que la parte masculina (estambres) se conoce como Protoginia. En la Imagen de la Figura 1.8 podemos ver el ejemplo del mecanismo de Protoginia, en la especie *Cryptocarya alba* (peumo), donde los carpelos maduran antes que maduren los estambres de la misma flor.

¹ Emparentamiento poblacional, vínculo entre individuos relacionados genéticamente.



Figura 1.8. Biología reproductiva de las plantas. (a) Flor hermafrodita de *Cryptocarya alba* (peumo), con estigma receptivo antes que maduren los estambres de la flor. (b) Flor hermafrodita de *Cryptocarya alba* (peumo), con estigma seco y estambres maduros de la flor (Fotografías: Cristian Almaraz L.).

Recursos florales utilizados por las abejas melíferas

Las abejas (*Apis mellifera*) han coevolucionado con la flora melífera, sin embargo *A. mellifera* al ser una especie exótica en el continente americano, su comportamiento de pecoreo es sólo para algunas especies nativas de Chile, esto provoca que el comportamiento melífero de varias especies nativas no se ajusten a los requerimientos biológicos de la *A. mellifera*, permitiendo ya sea por horario de secreción de néctar, por época de floración o dificultad en la accesibilidad a los nectarios, que otros insectos nativos con alta especialización en ciertas especies melíferas nativas, puedan pecorear néctar y polen en una misma área de pecoreo que las abejas. Sin embargo, existe en los ecosistemas del bosque esclerófilo mediterráneo una gran variedad de recursos melíferos complementarios al néctar y polen, y que son pecoreados específicamente por las abejas, estos corresponden a

una gran variedad de resinas y exudaciones nectaríferas extraflorales que originan la producción de propóleos y mielatos respectivamente. La abeja es el único insecto conocido capaz de recolectar y transformar dichas sustancias, lo que ha permitido a través de la actividad apícola incrementar el valor de los recursos del bosque y matorral nativo.

Néctar

La abeja melífera elabora la miel utilizando principalmente el néctar que pecorean de las flores y en menor medida de exudaciones extraflorales (mielatos¹). El néctar es una sustancia secretada por los nectarios florales, los cuales están compuestos mayoritariamente por azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), mientras que en menor medida el agua (Corbet, 2003). En menor medida se puede encontrar en el néctar sustancias como; fenoles, aminoácidos, vitaminas, enzimas, lípidos, proteínas (granos de polen), alcaloides y antioxidantes (Morse y Hooper, 1992; Anklam y Radovic, 2001). El volumen de néctar que encontramos en las flores varía considerablemente entre especies vegetales (Pacini et al., 2003) (Cuadro 1), así como también las concentraciones de azúcares contenidos en el néctar (7 - 70%) (Human et al., 2013). A menudo el volumen de néctar y su concentración dependen de condiciones externas como la temperatura (Petanidou y Smets 1996), humedad (Petanidou 2007), estrés hídrico y de nutrición (Lee y Felker 1992; Wyatt et al., 1992; Campbell 1996; Petanidou y Smets 1996; Petanidou, 1999) y características inherentes de la planta (estructura, morfología, volumen del nectario, entre otros.).

¹ Mielatos, secreciones azucaradas exudadas por órganos de las plantas distintos de los nectarios, o a partir de excreciones de insectos chupadores de savia que quedan sobre partes vivas de las plantas (NCh 2981. Of2005).

Cuadro 1.1 Producción de néctar para especies del bosque esclerófilo. Promedio de secreción de néctar por flor ($\mu\text{l}/\text{flor}$) $\pm$ Error estándar del promedio de secreción de néctar por flor.

Especie	Volumen ($\mu\text{l}/\text{flor}$)
<i>Aristotelia chilensis</i> (maqui)	*0,029 $\pm$ 0,109 ¹ / **0,014 $\pm$ 0,059 ¹
<i>Cryptocarya alba</i> (peumo)	0,188 $\pm$ 0,0276 ²
<i>Kageneckia angustifolia</i> (frangel)	0,170 $\pm$ 0,0100
<i>Peumus boldus</i> (boldo)	0,022 $\pm$ 0,0010 ²
<i>Proustia cuneifolia</i> (huañil)	0,34 ⁴
<i>Puya berteroniana</i> (chagual)	289 ⁴
<i>Quillaja saponaria</i> (quillay)	0,37 ⁵ / 0,08 $\pm$ 0,01 ⁶

*Flor femenina, ** flor masculina, Fuente: Mora, 1999¹; Cruz et al., 2020²; Orellana, 2020³; Gallardo, 1993⁴; García, 2013⁵; Tapia, 2014⁶

Polen

El polen corresponde al gametofito masculino de las plantas con semillas, producido en la parte superior del estambre, en las anteras de las flores (Hesse et al., 2009). El polen contiene principalmente aminoácidos y proteínas, además de vitaminas del complejo B, K y E, minerales y lípidos (Pehlivan et al., 2001). Éste puede ser de distintos colores dependiendo de los pigmentos que tenga la planta (flavonoides y carotenoides), lo que a su vez depende del metabolismo de esta (Ramírez y Montenegro, 2004).

La abeja utiliza el polen principalmente como fuente de proteína y ácidos grasos para alimentar a las larvas y para el desarrollo de las glándulas de las nodrizas, siendo la principal fuente nutritiva para la elaboración de cera y jalea real. Siendo el polen la manera natural que tienen las abejas para abastecerse de aminoácidos, ácidos grasos y lípidos (Stabler et al., 2017). Las abejas melíferas necesitan 10 aminoácidos esenciales (De Groot, 1953), estos aminoácidos se obtienen únicamente de los pólenes

pecoreados de las plantas. Las abejas lo pecorean con su cuerpo y lo humedecen con néctar regurgitado desde el buche mielario, luego lo pasa a sus corbículas localizadas en la tercer par de patas. A este polen se le llama polen corbicular (Figura 1.9).

La cantidad de polen que es transportada en la corbícula de una abeja melífera varía de 5 a 10 mg, con una capacidad de transporte aproximado de 50.000 a 1.000.000 granos de polen. Al igual que el néctar, el polen está presente en la flor solamente en ciertos períodos y su presencia se debe sincronizar con la del néctar, ya que este último es la principal fuente de atracción para los insectos (Faegri y Van der Pijl 1979).

La temperatura influye en la producción de polen. Cuando la temperatura es muy baja o demasiado alta se inhiben la producir polen a su máxima capacidad. También influye la humedad relativa, si la planta no dispone de recursos hídricos para su metabolismo, no logrará producir polen. Sin embargo, abundantes lluvias pueden saturar de humedad el ambiente y evitar que se produzca polen, e incluso una lluvia intensa y duradera pueda afectar su producción (Jean-Prost y le Conte 2007).

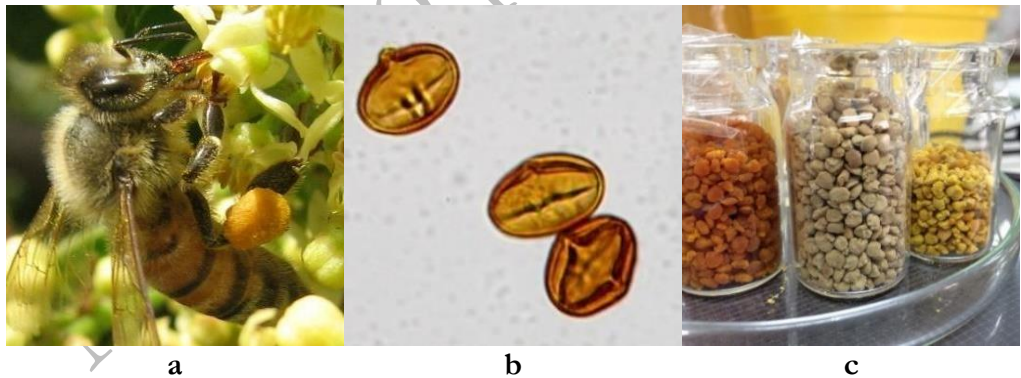


Figura 1.9 Características del polen. (a) Polen de *Lithrea caustica* (litre) transportado en la corbícula de *Apis mellifera*. (b) Polen acetolizado de la especie *Quillaja saponaria*. (c) Polen corbicular recolectados y separados por color. (Fotografías: (a) Mario Gallardo P. (b) y (c) Natalia Varela V.).

Los rangos de proteína cruda varían entre 5 y 45% en el polen, la clasificación del polen se realiza a través de rangos de proteína cruda con relación al desarrollo de la colmena (< 20% no hay desarrollo; 20 a 25% desarrollo moderado; >25% desarrollo óptimo) (Somerville, 2005) (Cuadro 1.2). Por lo que un polen con menos de 20% de proteína cruda, puede generar desequilibrio nutricional de la colmena para el desarrollo óptimo de la población de abejas. Sin embargo, en ciertas épocas del año, en los ecosistemas de bosque nativo se pecorean polen más de una especie a la vez, lo que permite a la colmena compensar en algunos casos las diferencias del contenido nutricional de los pólenes. Por ello, el aporte de polen del área de pecoreo debe considerarse en función de las distintas especies melíferas que la componen.

Cuadro 1.2 Producción de proteína cruda presente en especies del bosque esclerófilo clasificado según Kleinschmidt y Kondos, (1976); Somerville, (2005).

Especie	% Proteína cruda
<i>Acacia caven</i> (espino)	23,7*
<i>Colliguaja odorifera</i> (colliguay)	16,2*
<i>Cryptocarya alba</i> (peumo)	16,2* / 22,4**
<i>Kageneckia oblonga</i> (bollén)	12,6**
<i>Lithrea caustica</i> (litre)	21,3*
<i>Puya chilensis</i>	20,2**
<i>Puya berteroniana</i> (chagual)	11,3**
<i>Quillaja saponaria</i> (quillay)	12,5**
<i>Schinus latifolius</i> (molle)	12,1*
<i>Schinus polygamus</i> (huingán)	18,0**

Fuente: * Rougier et al. 1994; **Montenegro et al., 2013.

Criterios para evaluar las especies de aptitud apícola en el área de pecoreo

El comportamiento melífero de las especies nativas está influenciado por variables ambientales, características fenológicas, época de floración, cantidad y concentración del néctar, cantidad y valor nutricional del polen, su abundancia y frecuencia en el bosque. Siendo estas características afectadas localmente por factores climáticos tales como: humedad relativa, temperaturas, humedad del suelo, presión atmosférica, actividad fotosintética, entre otros, las que determinarán el comportamiento fenológico (floración) de producción y ciclos reproductivos de las plantas según las regiones biogeográficas y bioclimáticas del país. Estos antecedentes, aún bastante incipientes en nuestro país con relación a la apicultura, son de gran importancia para el apicultor y sus colmenas. El conocimiento de la flora de interés apícola local y su fenología particular permite elaborar un plan de manejo de las colmenas que concuerde con los calendarios florales determinados para la flora de interés apícola aledaña o dentro de las áreas de pecoreo de los apiarios.

La información sobre la flora de interés apícola local y su fenología particular requiere de una constante observación y sistematización de ésta para poder derivar patrones de comportamiento melífero local. Esto debido a que la variabilidad ambiental y florística de la vegetación local, no permite la extrapolación de los resultados a zonas geográficas muy distantes o ambientalmente distintas a las del apiario en torno al cual fueron obtenidas. Apicultores experimentados conocen en forma empírica de estas variaciones fenológicas que originan presencia o ausencia de floración, así como patrones temporales de los flujos de néctar entre una localidad y otras por muy cercanas que estas se encuentren. Teniendo en consideración lo anterior, con el objeto de que el apicultor pueda recopilar información sobre flora de interés apícola local y su fenología. Se presentan los siguientes criterios y sus definiciones para valorar la aptitud apícola de las especies melíferas circundantes a los apiarios:

Aporte de néctar y/o polen: la valoración se basa en el aprovechamiento de la especie por parte de la abeja consideran la recolección de néctar, polen o ambas. Esta valoración debe complementarse, en la medida que exista información específica, del aporte de las especies melíferas, en cuanto a la cantidad de néctar ($\mu\text{l}/\text{flor}$) y su concentración de azúcar ($^{\circ}\text{Brix}$). En la medida que no exista información específica de la cantidad y concentración de néctar por especie, se puede considerar la información proporcionada por el criterio “Atractividad de la Floración”.

Disponibilidad de la especie: considera la abundancia, frecuencia y densidad de los individuos de una especie en el entorno del apiario o área de pecoreo.

Accesibilidad de la flor: considera la estructura morfológica de la flor, valorizando de forma relativa a la especie según su mayor o menor accesibilidad a la flor, principalmente a los nectarios y a las anteras, con relación con la posibilidad de pecoreo de las abejas.

Duración de la floración: Este criterio considera el número de meses (pudiendo subdividirse en semanas) que la especie presenta flores en su copa susceptibles de ser pecoreadas por las abejas (flores en antesis).

Oportunidad de la floración: Este criterio evalúa la exclusividad o no de la floración de una especie determinada, así como también la importancia del periodo de floración (y su aporte de polen o néctar) respecto al desarrollo y demanda de la colmena, lo cual puede condicionar el manejo de la colmena.

Criterio de evaluación complementaria:

Atractividad de la floración: valoriza en forma relativa a la especie según su mayor o menor intensidad de pecoreo de néctar, polen o ambas de las abejas. Para ello se contabiliza la cantidad de abejas pecoreadoras en áreas de floración y tiempo determinado.

En el capítulo 3 se presenta el uso de estos criterios para realizar una valoración práctica de la flora de interés apícola

CAPÍTULO 2. BOSQUE Y MATORRAL NATIVO ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE Y SU IMPORTANCIA APÍCOLA

Características del bosque y matorral esclerófilo

El bosque esclerófilo tiene una amplia distribución en Chile abarcando 1.631.440,70 ha. Ocupa la zona mediterránea del país, concentrándose mayoritariamente entre las regiones de Valparaíso y O'Higgins (Figura 1), donde en conjunto representan el 77 % de la superficie nacional de este tipo de bosque (SIMEF, 2019). Se caracteriza por presentar especies arbóreas con adaptaciones a ambientes secos tales como hojas coriáceas, perennes, que les permiten resistir las sequías estivales características del clima mediterráneo de la zona central de Chile. Se distribuye de preferencia en las laderas de cerros de la Cordillera de la Costa y Andes, en suelos pobres. En el valle central casi ha desaparecido por la ocupación humana. Sus especies arbóreas dominantes son: *Peumus boldus* (boldo), *Cryptocarya alba* (peumo), *Lithrea caustica* (litre), *Quillaja saponaria* (quillay), *Maytenus boaria* (maitén), *Acacia caven* (espino), *Schinus latifolius* (molle). En la estrata arbustiva son comunes *Colliguaja odorifera* (colliguay) o *Baccharis linearis* (romerillo), *Retanilla trinervia* (tevo) y *Escallonia pulverulenta* (corontillo). La estrata herbácea es rala y estacional y en muchos casos está dominada por especies introducidas, a veces maleza. Entre las especies más comunes se tiene las gramíneas *Avena barbata* (teatinas), *Vulpia sp.* (pasto pelillo), *Bromus spp.* (pasto del perro), *Nassella chilensis* (coironcito) y herbáceas como *Erodium spp.* (relojito), *Plantago, spp.* (llantén), *Hypochaeris sp.* (hierba de chanco).

Estos bosques han sufrido intensamente el impacto del ser humano (Gajardo, 1981; Donoso, 1982; Fuentes, 1988; Ovalle et al., 1996). Muchos de estos debido este impacto antrópico (corta, incendios, pastoreo, entre otros.) han sido transformados en matorrales esclerófilos con una presencia variable de las especies arbóreas constituyentes del bosque original.

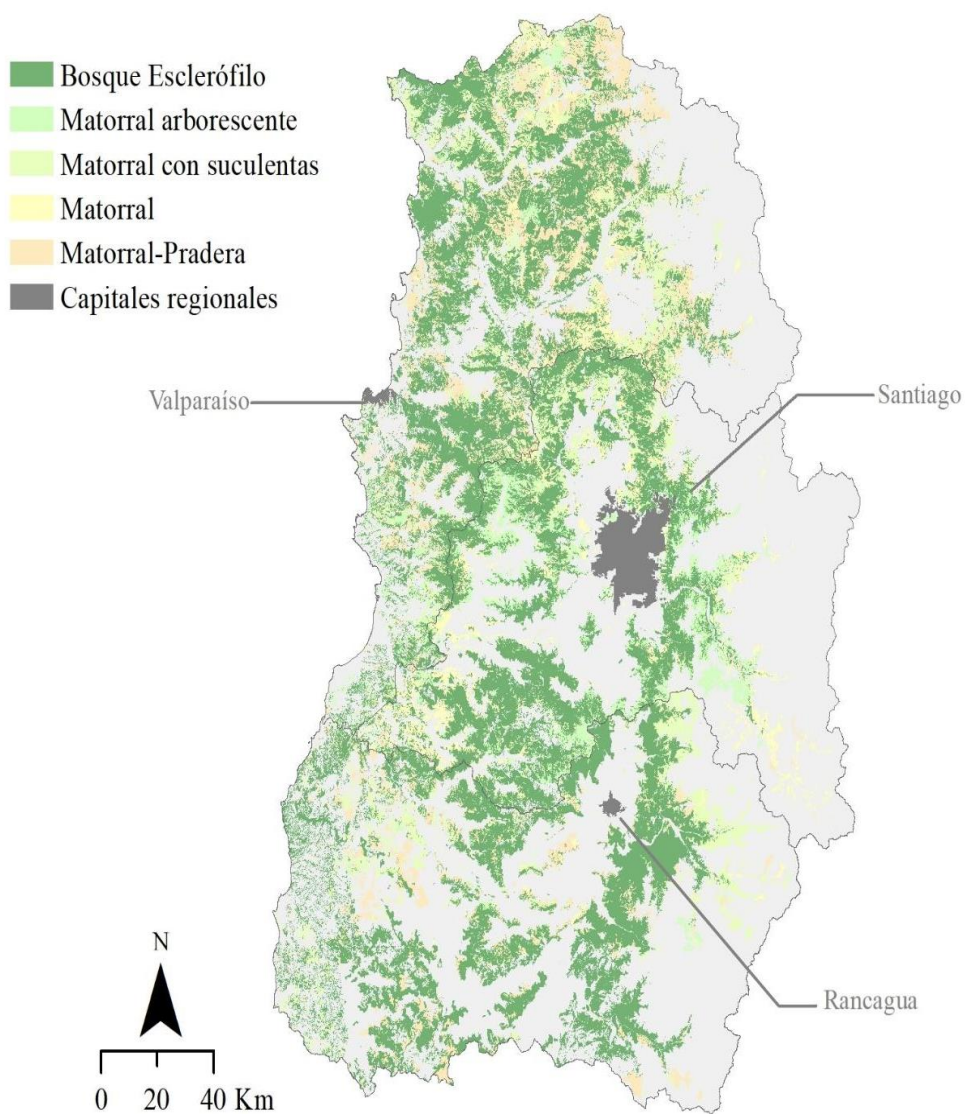


Figura 2.1. Distribución del bosque y matorral esclerófilo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Flora apícola del Bosque y Matorral Esclerófilo

En Chile se han identificado especies nativas que utiliza la abeja como fuente de néctar, registrando un total de 400 especies (Díaz-Forestier et al., 2008), de ella se estima que una pequeña porción es utilizada de manera intensiva por la abeja melífera (*Apis mellifera*) para la obtención de polen y néctar. Esta oferta de especies de interés apícola del bosque y matorral esclerófilo ha determinado que un 26,8% (2.361 apicultores/as) del total nacional de apicultores y un 37,6% (467.092 colmenas) del total nacional de colmenas hacen uso de estos recursos correspondientes a la distribución del bosque y matorral esclerófilo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins. para la producción apícola (SAG, 2021).

Tipo de miel posible de obtener del bosque y matorral esclerófilo

La definición de miel según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), "miel" sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje" (INN, 2007).

Una manera de clasificar la miel y así dar un mayor valor a esta es a través de la denominación de origen botánico, el cual se realiza a través de un análisis melisopalinológico, regido por la Norma chilena (INN, 2005). En el análisis se determina la participación relativa de néctares de diferentes especies vegetales en la elaboración de una determinada miel, siendo de utilidad a la hora de clasificar la miel en cuanto a su origen botánico, así como su origen geográfico. El análisis melisopalinológico consiste en contabilizar e identificar el polen en la miel y de esta manera relacionarlo con la vegetación en los alrededores del apiario, lo que contribuye a verificar la autenticidad de las mieles. La presencia de polen en la miel corresponde a contaminación del polen en el néctar

pecoreado por las abejas, ya que en su comportamiento de pecoreo sacude las anteras haciendo que el polen caiga a los nectarios (Pizarro et al, 2006).

Cuadro 2.1. Las principales especies apícolas del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile.

N. Científico	N. Común	Origen	Aporte apícola
<i>Acacia caven</i>	Espino	nativo	P
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	nativo	N y P
<i>Azara integrifolia</i>	Corcolén	endémico	P y N
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	nativo	P y N
<i>Colletia hystrix</i>	Crucero	nativo	N y P
<i>Colliguaja odorifera</i>	Colliguay	endémico	P
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	endémico	N y P
<i>Echinopsis chilensis</i>	Quisco	endémico	P y N
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	endémico	N
<i>Kageneckia angustifolia</i>	Frangel	endémico	N y P
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollén	endémico	N y P
<i>Lithrea caustica</i>	Litre	endémico	N y P
<i>Luma chequen</i>	Arrayán Blanco	endémico	N y P
<i>Maytenus boaria</i> Molina	Maitén	nativo	N Y P
<i>Peumus boldus</i> Molina	Boldo	endémico	N y P
<i>Porlieria chilensis</i>	Guayacán	endémico	N y P
<i>Proustia cuneifolia</i>	Huañil	nativo	N y P
<i>Puya berteroniana</i>	Chagual	endémico	N y P
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	nativo	N y P
<i>Retanilla trinervia</i>	Tevo	endémico	N
<i>Schinus latifolius</i>	Molle	endémico	N y P
<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	nativo	N y P
<i>Trevoa quinquenervia</i>	Tralhuén	endémico	N y P

P= polen, N=néctar, N y P= néctar y polen

Según la Norma chilena para la Tipificación denominación de origen botánico de la miel de abejas (NCh 2981. Of2005) la miel se clasifica según aparece en el Cuadro 2.2.

La miel, es un producto natural, que contiene alrededor de 200 sustancias diferentes y cuyas características están relacionadas con las especies de plantas donde las abejas recolectan el néctar. Dentro del bosques de la zona central del país, sobresalen las mieles dominadas por las especies de *Quillaja saponaria* (quillay), *Azara petiolaris* (lilén), *Escallonia pulverulenta* (corontillo), *Lithrea caustica* (litre), *Cryptocarya alba* (peumo) y *Retanilla trinervia* (tevo), también se destacan otras especies arbustivas de características xerofíticas tales como son los romerillos (*Baccharis* spp. y cactáceas). Algunos resultados realizados a estas mieles han encontrado un alto potencial antioxidante y también una alta actividad antibacteriana. Estas actividades se atribuyen principalmente a los compuestos fenólicos, es importante mencionar que este compuesto tiene baja toxicidad debido a la baja concentración en la que se encuentra en la miel (Bridi y Montenegro, 2017).

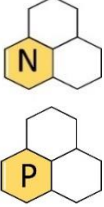
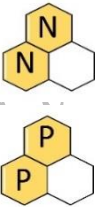
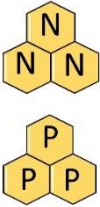
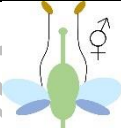
Cuadro 2.2 Clasificación compuesta de mieles según flora melífera y clasificación según especie(s)

	Miel monofloral	Miel bifloral	Miel polifloral
Endémica	Monofloral endémica	Bifloral endémica	Polifloral endémica
Nativa	Monofloral nativa	Bifloral nativa	Polifloral nativa
No Nativa	Monofloral no nativa	Bifloral no nativa	Polifloral no nativa
Mixta	-	Bifloral mixta	Polifloral mixta

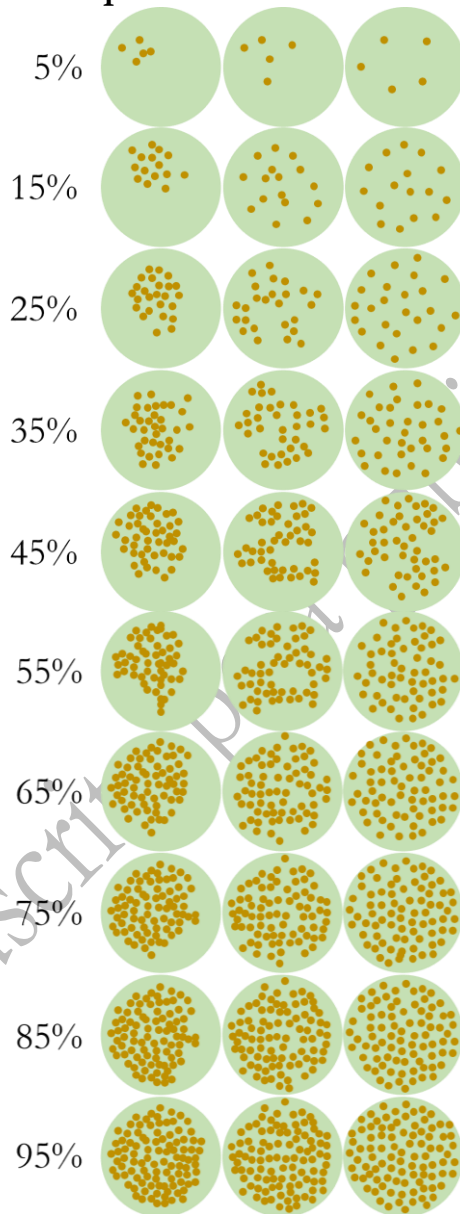
FICHAS TECNICAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES APÍCOLAS DEL BOSQUE Y MATORRAL ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE.

En esta sección del Capítulo 2, encontrará fichas técnicas, las que incluyen nombre, origen, descripción botánica, distribución en Chile, calendario floral para cada especie y la valoración de su aptitud apícola. Las fichas están ordenadas por: forma de vida, sexo individuo, color flor, sexo flor, aporte apícola., accesibilidad a la flor, oportunidad de floración y periodo de floración.

Simbología descripción de especies

	Árbol	Arbusto	Hierba	Suculenta
Forma de vida				
Sexo individuo	Monoclino monoico	Diclino monoicos	Diclino Dioicos	
				
Aporte apícola (Néctar/Polen)	Bajo	Medio	Alto	
				
Sexo flor	Hermafrodita	Femenina	Masculina	
				
Accesibilidad de la flor	Fácil	Media	Difícil	
				
Accesibilidad de la flor	Indiferente	Oportuno	Muy Oportuno	
				

Escala para estimar coberturas



ARRAYÁN BLANCO

Nombre científico: *Luma chequen* (Molina) A. Gray.

Nombre común: Arrayán blanco, chequén, arrayán.

Descripción

Arbusto siempreverde, monoico. Suele alcanzar los 9 m de altura (Donoso, 2013). Tiene tronco delgado, ramosos, con corteza café grisácea. Las hojas son coriáceas, opuestas y ovaladas. Las flores salen de la axila de las hojas, son solitarias y hermafroditas, de color blanco. El fruto es una baya negruzca con varias semillas que maduran desde el verano hasta comienzos de invierno (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie endémica de Chile. Se distribuye entre Coquimbo y Llanquihue, en el fondo de quebradas húmedas o a la orilla de esteros y vertientes, desde el litoral hasta aproximadamente 1.500 m s.n.m. (Riedemann y Aldunate, 2014).

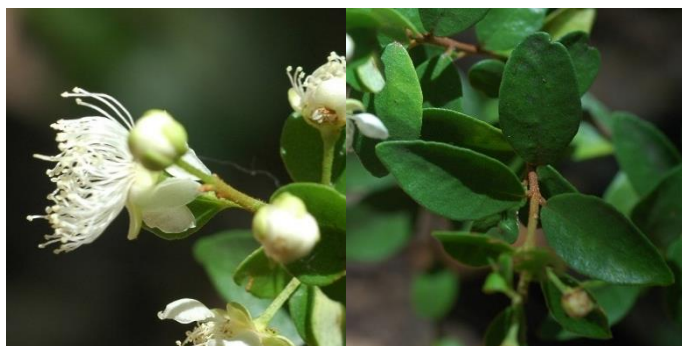
Característica apícola

El aporte principal de esta especie es el polen. Se considera una especie muy importante por su floración temprana (generalmente florece entre los meses de julio y agosto), siendo muy oportuna para el desarrollo reproductivo de la colmena. Su polen contribuye al desarrollo de la cría, en una época de muy pocas floraciones en el bosque. Su secreción de néctar por flor es de $0,022 \pm 0,001 \mu\text{l}$ y su concentración de azúcar en el néctar es de $12,54 \pm 2,74^\circ\text{Brix}$. Su valor apícola es medio

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ENE	FEB	MAR	ABR	may	jun	jul	ago	Sep	oct	NOV	DIC



Flor



Flor

Hoja

BOLDO

Nombre científico: *Peumus boldus* Molina

Nombre común: Boldo, boldu.

Descripción

Árbol siempreverde, dioico. Mide hasta 20 m de altura y el tronco alcanza cerca de 1 m de diámetro. La corteza es gris-parda, ligeramente rugosa y agrietada en los árboles más viejos. Sus hojas son duras, aromáticas y muy ásperas al tacto. Inflorescencias en racimos cortos. Sus flores son unisexuales, de color blanco-amarillento, de 5 a 10 mm de diámetro (Botti y Cabello, 1990). Las flores masculinas presentan numerosos estambres, lo que en las flores femeninas está representado por escamas nectaríferas (Rodríguez et al., 1983).

Distribución

Especie endémica de Chile. Se distribuye entre las provincias del Elqui y Osorno, desde el nivel del mar hasta los 1.000 m de altitud (García y Ormazabal, 2008).

Característica apícola

Es importante por su período temprano de floración (generalmente entre julio y agosto), entre las especies del bosque y matorral esclerófilo en Chile central (Montenegro et al., 2000). La época de floración es muy importante para el desarrollo reproductivo de la colmena, ya que aporta principalmente polen para el desarrollo de la cría, en una época de muy pocas floraciones en el bosque. Su secreción de néctar por flor es de $0,022 \pm 0,001 \mu\text{l}$ y su concentración de azúcar en el néctar es de $12,54 \pm 2,74^\circ\text{Brix}$ (Cruz et al., 2020). Su valor apícola es medio.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	JUL	AGO	SEP	oct	nov	dic



Distribución geográfica



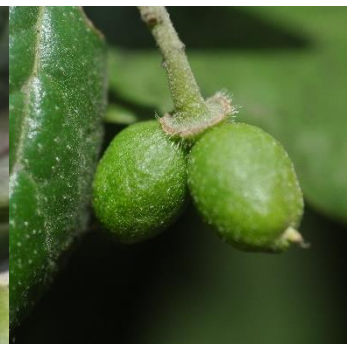
Hábito



Flor masculina



Flores femeninas



fruto

BOLLÉN

Nombre científico : *Kageneckia oblonga* Ruiz et Pav.

Nombre común : Bollén, huayú, huayú colorado.

Descripción

Árbol siempreverde, dioico. Puede llegar a medir hasta 15 m de altura. El tronco alcanza unos 40 cm de diámetro. La corteza es cenicienta pardusca y con fisuras longitudinales en los ejemplares añosos (García y Ormazabal, 2008). Las hojas son duras y aserradas en el margen. Sus flores son unisexuales, de color blanco. Las masculinas dispuestas en corimbos, 15 a 20 estambres y las femeninas solitarias. El fruto es un plurifolículo compuesto de cinco partes en forma de estrella (Riedemann y Aldunate, 2014).

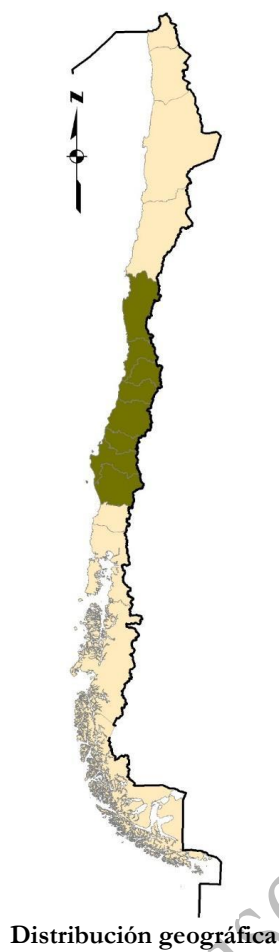
Distribución

Especie endémica de Chile. Crece entre las provincias del Elqui y del Biobío. Habita en ambas cordilleras y el valle central. Se adapta fácilmente a terrenos secos o semihúmedos, alcanzando hasta los 1.800 m de altitud en el caso de la Cordillera de los Andes (García y Ormazabal, 2008).

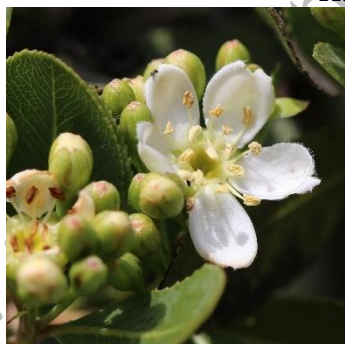
Característica apícola

Es una especie muy atractiva para las abejas. Su principal aporte melífero va a depender de la distribución y condiciones climáticas locales, ya que para algunas zonas tendrá un aporte de polen a diferencia de otras zonas en donde el aporte puede ser de néctar o ambos. Florece en junto con otras especies melífera del bosque esclerófilo, pero su principal distribución, en la zona central del país es la precordillera entre los 900 y 1500 m s.n.m. Su polen corbicular es de color café marrón claro (Montenegro, 2002) y presenta un polen con un 12,6% de proteína cruda (Montenegro et al., 2013). Su valor apícola es media y alta para zonas precordilleranas.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
	 		 								
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	OCT	NOV	dic



Hábito



Botones florales y flor



Hoja

CHAGUAL

Nombre científico : *Puya berteroniana* Mez
Nombre común : Chagual, puya, cardón, puya azul.

Descripción

Tiene hojas arqueadas, verdes por el haz y plateadas por el envés. Posee fuertes espinas vueltas hacia la base de la hoja. Del centro de la roseta nace el tallo floral, que puede alcanzar desde los 2,5 a 5 m de altura y lleva una inflorescencia en forma de espiga compuesta de numerosas flores hermafroditas de color azul-verdoso. El fruto es una capsula que se abre dejando salir numerosas semillas que son dispersadas por el viento (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Subespecie endémica de Chile. Crece en faldeos soleados de cerros. Desde la Región de Coquimbo hasta la Región del Maule., formando grupos. También sobre acantilados, riscos o laderas pronunciadas. Predomina hacia la cordillera andina (Riedemann y Aldunate, 2014).

Característica apícola

Su aporte principal a la colmena es el polen, ya que el néctar a pesar de ser abundante (289 µl), presenta baja concentración de azúcar (13°Brix) (Gallardo, 1993). Florece junto con otras especies melíferas. Por localizarse en zonas rocosas y séricas, es un complemento de oferta melífera con otras especies del bosque esclerófilo para la mantención de colmenas. El cúmulo de polen corbicular es de color rojo-anaranjado (Montenegro, 2002). Su valor apícola es bajo para néctar y medio para polen.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	OCT	NOV	DIC



Distribución
geográfica



Hábito



Inflorescencia



Flor



Estambres

COLLIGUAY

Nombre científico : *Colliguaja odorifera* Molina

Nombre común : Colliguay, coliguay, lechón.

Descripción

Arbusto siempreverde, monoico. Mide de 1,5 m de alto por igual diámetro. Hojas pecioladas oblongas, coriáceas, con borde aserrado. Sus flores son unisexuales, las flores masculinas y femeninas se encuentran separadas, pero en la misma planta. La flor masculina forma un amento terminal de color amarillo rojizo, las femeninas son más escasas y están al pie de las flores masculinas. El fruto es una cápsula tricoca (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie endémica de Chile. Común en sitios pedregosos y áridos, hasta los 2.000 m s.n.m. (Riedemann y Aldunate, 2014). En los cerros de las Cordilleras de la Costa y de los Andes, en todas las provincias centrales.

Característica apícola

Es una especie interesante por su temprana floración, siendo su principal aporte el polen, lo que la convierte en una especie muy oportuna para la colmena. Además, presenta una larga floración que dura gran parte del invierno y comienzo de primavera. El cúmulo corbicular formado por el polen es de color verde- musgo (Montenegro, 2002). Su valor apícola es medio, debido principalmente por su extensa floración que aporte polen para el desarrollo y mantención de la colmena.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor masculina



Hoja



Fruto

CORCOLÉN

Nombre científico : *Azara integrifolia* Ruiz et Pav.

Nombre común : Corcolén, aramo, chin – chin.

Descripción

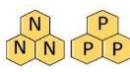
Arbusto siempreverde, monoico. Puede llegar a medir 10 m de alto, tronco tortuoso, de corteza gris oscura. Tiene ramas rojizas, delgadas y péndulas. Las hojas son coriáceas, con una longitud de 1 a 5 cm y un ancho 1 a 2 cm, con borde liso y ocasionalmente dentado. Inflorescencias de tipo racimo, de posición axilar. Sus flores son hermafroditas, de color amarillo. El fruto corresponde a una baya verdosa, con semillas anaranjadas que maduran en verano (Montenegro, 2002).

Distribución

Especie endémica de Chile. Se encuentra desde la Región de Valparaíso hasta la Región de los Ríos, creciendo tanto en Cordillera de la costa como al interior en la Cordillera de los Andes (Donoso, 2013), hasta los 2.000 m de altitud (Rodríguez et al., 2018).

Característica apícola

Su época de floración es muy oportuna para las abejas, ya que es temprana (a fines de invierno), donde existen pocas especies en floración. Otorga abundante aporte de néctar y polen para el desarrollo de la cámara de cría en la colmena. El cúmulo corbicular formado por el polen es de color amarillo anaranjado (Montenegro, 2002). Su valor apícola es alto por la época de floración temprana, que aporta abundante néctar y polen para el desarrollo de la colmena.

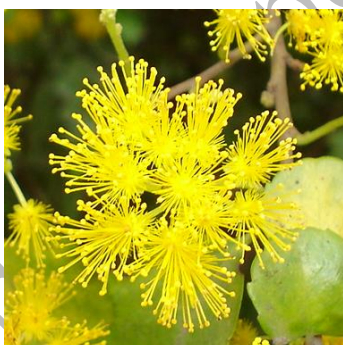
Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	AGO	SEP	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hojas

CORONTILLO

Nombre científico : *Escallonia pulverulenta* (Ruiz et Pav.) Pers.

Nombre común : Corontillo, siete camisas, madroño.

Descripción

Árbol siempreverde, monoico. Mide hasta 12 m de altura. El tronco alcanza un diámetro de unos 40 cm. La corteza es gris oscuro y se desprende en angostas fajas longitudinales. Tiene una inflorescencia cilíndrica, compuesta por flores hermafroditas de color blanco (García y Ormazabal, 2008).

Distribución

Especie endémica de Chile. Se encuentra entre las provincias de Limarí y Cautín. Crece en laderas soleadas de ambas cordilleras y en bordes de quebradas, hasta los 1.100 m de altitud (García y Ormazabal, 2008).

Característica apícola

Presenta gran cantidad de flores aportando abundante néctar a las colmenas a fines de la primavera. Es una especie muy visitada por las abejas en la zona de clima mediterráneo de Chile Central (Pizarro y Montenegro, 2006).

Se destaca entre las especies nativas productoras de mieles monoflorales, en la zona central (Pizarro y Montenegro, 2006). El color de la miel es claro y posee cristales finos. Su valor es alto a medio, debido principalmente por su abundante aporte de néctar y a la gran cantidad de flores que posee por individuo, lo que genera una alta atracción de pecoreo por las abejas.

Forma de vida		Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor				
											
Periodo de floración											
ENE	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	NOV	DIC



Distribución geográfica



Hábito



Inflorescencia



Flor

CRUCERO

Nombre científico : *Colletia hystrix* Clos
Nombre común : Crucero, cunco rojo, yaqui.

Descripción

Arbusto monoico, mide de 3-4 m de altura. Ramillas laterales transformadas en espinas. Hojas simples se presentan solamente en las ramas nuevas, caedizas. Las flores hermafroditas son tubulares de color blanco o rosado. El tubo colorido no lo forman los pétalos sino los sépalos. Su fruto es una cápsula tricoca que madura a fines de verano (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie nativa de Chile y Argentina, crece desde la Región de Atacama hasta a la Región de Aysén, por la precordillera y cordillera andina. Se desarrolla a pleno sol y también a semisombra, en suelos pedregosos, pobres, con buen drenaje y algo de humedad (Riedemann y Aldunate, 2014).

Característica apícola

Es una especie que contribuye al desarrollo de la colmena por su aporte de néctar y polen. En zona central precordilleranas del país se ha observado que algunos años también produce abundante néctar, desconociéndose las razones de este comportamiento. Las flores están disponibles desde junio en las localidades más septentrionales, con un largo periodo de floración que parte desde invierno. La abeja colecta polen de color naranja verdoso. Su valor apícola es medio a bajo por su aporte en néctar o polen no constante, contribuyendo a la mantención de la colmena.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	OCT	NOV	DIC



Flor



Fruto

ESPINO

Nombre científico : *Acacia caven* (Molina) Molina

Nombre común : Espino, espino maulino.

Descripción

Árbol espinoso, monoico. Puede llegar a medir hasta 6 m de altura. El tronco es tortuoso de corteza gruesa, agrietada longitudinalmente, opaca y negruzca, pudiendo alcanzar unos 50 cm de diámetro (García y Ormazabal, 2008). Inflorescencias dispuestas en glomérulos de color amarillo dorado a anaranjado. Flores hermafroditas, de 5 a 7 mm de largo (Rodríguez et al., 1983). El fruto es una legumbre negra indehisciente (García y Ormazabal, 2008).

Distribución

Especie nativa. Se encuentra entre las provincias de Copiapó y del Biobío. Habita desde la costa hasta la precordillera, por lo general, en climas secos y terrenos pobres. Es una especie difundida en zonas áridas y semiáridas de América del Sur (García y Ormazabal, 2008).

Característica apícola

Especie que aporta abundante polen a la colmena (Montenegro, 2000; Cruz, 2008); sin embargo, la abeja presenta dificultades para pecorear el polen, debido a que esta especie presenta un mecanismo de polinización anemófila, presenta un polen seco, por lo que no se adhiere con facilidad a las abejas. Aun así, por su gran abundancia, proporciona un gran volumen de polen a las abejas en primavera, favoreciendo el desarrollo de la colmena. El cúmulo que forma el polen es de color anaranjado oscuro, rico en carotenoides (Montenegro, 2002). Su valor apícola es medio.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	AGO	SEP	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hoja

FRANGEL

Nombre científico : *Kageneckia angustifolia* D. Don

Nombre común : Frangel, pulpica, olivillo de cordillera

Descripción

Árbol siempreverde, dioico, de copa globosa de hasta 5 metros de altura. El tronco es delgado, de unos 50 cm de diámetro. La corteza es café grisáceo y se desprende en tiras longitudinales. Flores unisexual, de color blanco. Las flores masculinas están dispuestas en un corimbo de 2 a 3 cm de largo. Cada flor tiene de 14 a 16 estambres, insertos en el borde del receptáculo. Las flores femeninas, se localizan de 1 a 2 en corimbo y el cáliz y corola son semejantes a las masculinas; presenta estambres rudimentarios. El fruto está formado por 5 folículos dispuestos en forma estrellada (Rodríguez et al., 1983).

Distribución

Especie endémica de Chile, desde la Provincia del Limarí en la Región de Coquimbo, hasta la Provincia de Talca en la Región del Maule, especialmente en la zona de la Cordillera de los Andes (Rodríguez et al., 1983). En la cordillera de la Costa es escasa y crece a menor altura. En la cordillera de los Andes se encuentra entre los 1.500 a 3.000 m s. n. m., tanto en quebradas como faldeos, donde forma pequeños bosques (Riedemann y Aldunate, 2014).

Característica apícola

Es una de las primeras especies en florecer a comienzo de primavera, en el sector cordillerano de la zona central de país. Presenta una alta atraktividad para las abejas principalmente por su abundante aporte de polen. Florece en una época que estimula el desarrollo de las colmenas en las zonas cordilleranas. Su valor apícola es medio a alto, dependiendo de la abundancia de la especie localmente. Su aporte principal es polen, por lo cual es fuertemente pecoreado por las abejas.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor femenina



Flor masculina



Fruto

GUAYACÁN

Nombre científico : *Porlieria chilensis* I.M. Johnst.

Nombre común : Guayacán, palo santo.

Descripción

Arbusto monoico, de hasta 4 m de alto, tronco de hasta 20 cm de diámetro, con ramas gruesas y tortuosas cercanas a la base, con hojas opuestas, de hasta 18 pares de folíolos pequeños. Las flores son pequeñas, hermafroditas y solitarias de color morado oscuro. El fruto es una cápsula con tres secciones que parecen alas (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie endémica de Chile. Crece desde la provincia de Limarí hasta la provincia de Colchagua en la Cuesta Corcolén cerca de San Vicente de Tagua (Serra et al., 1986, Hechenleitner et al., 2005). Es una especie frecuente en su área norte de distribución, especialmente en la Región de Coquimbo, siendo escasa en el límite sur, en la Región de O'Higgins.

Característica apícola

Es una especie con una alta atraktividad para las abejas por su aporte de néctar y polen. Florece en un período de escasa oferta de néctar y polen, contribuyendo a la mantención de la colmena en el período invernal. El polen corbicular es de color café terracota (Montenegro, 2000). Su valor apícola es medio, dependiendo de su abundancia local.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	ABR	MAY	JUN	jul	ago	sep	oct	nov	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hojas

HUAÑIL

Nombre científico : *Proustia cuneifolia* D. Don

Nombre común : Huañil, pucana, tipia, palo de yegua.

Descripción

Arbusto caduco, monoico, de 2-3 m de altura, espinoso, glabro. Tiene ramas rígidas y abiertas, terminadas en una espina gruesa. Hojas alternas, coriáceas, oblongas, de márgenes enteros o dentados. Flores hermafroditas dispuestas en capítulo, que a su vez forman una panícula, tubulares y blancas. Los frutos son aquenios provistos de vilanos blancos (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie nativa de Chile, Argentina y Bolivia. En Chile se desarrolla desde la Región de Atacama hasta la Región del Maule, en terrenos secos y pedregosos. Crece en laderas asoleadas, hasta los 3.500 m de altitud.

Característica apícola

Esta especie aporta a la colmena néctar y polen en baja cantidad (Cruz, 2008). La producción de néctar y polen por flor es de 0,34 ul/flor y 0,01 mg respectivamente (Gallardo, 1993). Su floración ocurre a fines de verano, siendo significativa y oportuna para el desarrollo de la colmena en el periodo de otoño, previo a la invernación, debido a la escasez de especies melíferas en floración. Su valor apícola es medio a alto, dependiendo de su abundancia local.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	FEB	MAR	ABR	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic



Distribución
geográfica



Hábito



Flores dispuestas en capítulos



Flor

HUINGÁN

Nombre científico : *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera

Nombre común : Huingán, boroco, borocoi.

Descripción

Arbusto siempreverde, dioico, de 1-3 m de altura por 2,5 m de diámetro. Tronco tortuoso de color ceniciento las ramas terminales se transforman en espinas. Las hojas son alternas y muy polimorfas. Las flores son unisexuales, axilares, varias nacen desde un mismo punto. Las flores masculinas y femeninas se encuentran en plantas separadas, ambas de color blanco crema. El fruto es una drupa violácea globosa (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Crece entre Copiapó y Valdivia, frecuentemente en forma arbustiva. Prefiere los suelos pobres de exposición norte y se desarrolla tanto en planicies como en laderas, hasta los 3.200 metros de altitud (Riedemann y Aldunate, 2014)..

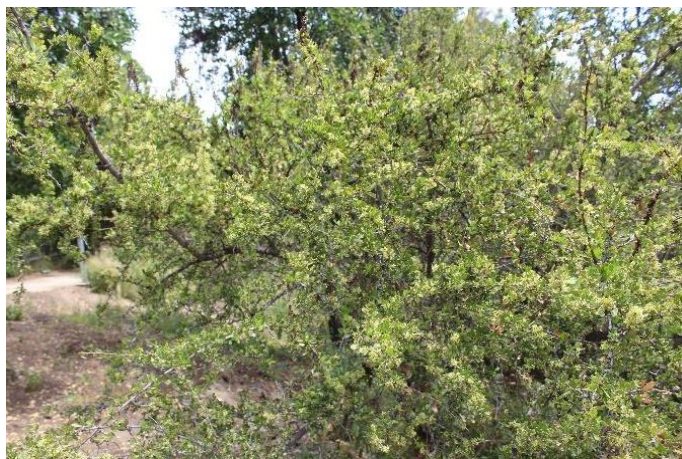
Característica apícola

Esta especie que aporta néctar y polen; sin embargo, su aporte de polen a la colmena es más importante debido a su floración temprana, Su polen presenta baja cantidad de fenoles $7,12 \pm 0,55$ (mg eq. Ác. gálico/g polen), lo que indica baja concentración de compuestos antioxidante (Montenegro et al., 2013). El periodo en el que florece presenta sincronía con otras especies melíferas. Su valor apícola es medio a bajo, dependiendo de la abundancia de la especie.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibiliba de la flor	Oportunida de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	SEP	OCT	NOV	DIC



Distribución geográfica



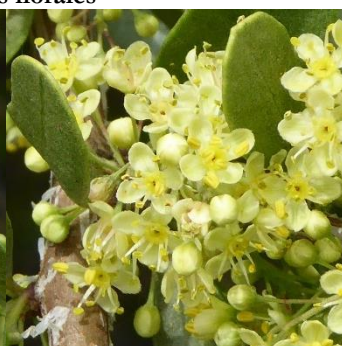
Hábito



Botones florales



Hoja



Flor

LITRE

Nombre científico : *Lithrea caustica* (Molina) Hook. & Arn.

Nombre común : Litre, litri.

Descripción

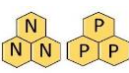
Árbol siempreverde, dioico, de copa globosa. Puede llegar a medir hasta 15 metros de altura, aunque en la actualidad lo más común es encontrarlo como arbusto. El tronco alcanza unos 50 cm de diámetro. Es muy característico de esta especie el contraste entre la nervadura amarilla y la lámina verde de sus hojas duras. Las flores unisexuales son de color amarillo verdoso, pequeñas, se distribuyen en inflorescencias del tipo panícula terminales y axilares. El fruto corresponde a una drupa de color amarillo blanquecino (García y Ormazabal, 2008).

Distribución

Endémico de Chile. Se encuentra entre las provincias de Coquimbo y del Biobío, desde el nivel del mar hasta los 1.500 m de altitud. Es uno de los árboles más frecuentes de los bosques esclerófilos (García y Ormazabal, 2008).

Característica apícola

Es una especie de importancia en la zona central, muy atractiva para las abejas por su aporte de néctar y polen. Esta especie melífera presenta largos períodos de floración, es una de las últimas del verano (Trivelli, 1986; Montenegro, 2000). La miel de litre es de color ámbar y de fina cristalización. Esta especie es una de las principales junto a quillay (*Q. saponaria*) que marcan la producción final de la temporada para la zona central del país. El polen corbicular es de color amarillo a café terracota (Montenegro, 2002). Su valor apícola es alto, por su extensa floración y abundancia de néctar y polen, siendo altamente pecoreado por las abejas.

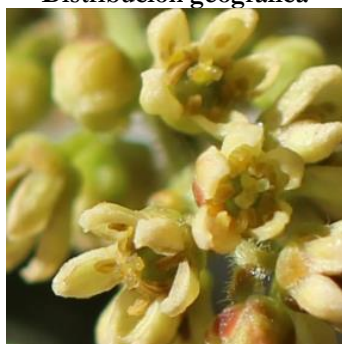
Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ENE	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	SEP	OCT	NOV	DIC



Distribución geográfica



Hábito



Flor femenina



Botones florales



Hojas y fruto

MAITÉN

Nombre científico : *Maytenus boaria* Molina

Nombre común : Maitén.

Descripción

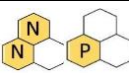
Árbol siempreverde, dioico, de hasta 15 m de altura. Su tronco es gris ceniza. Las hojas son pequeñas de forma oval-lanceolada, de borde aserrado. (García y Ormazabal, 2008). Presenta flores pequeñas de color verde amarillento, las cuales pueden ser hermafroditas o unisexuales y los tres tipos suelen coexistir en el mismo árbol. Las flores masculinas se agrupan de hasta ocho y las femeninas de a tres. El fruto es una capsula ovoide (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie nativa en Chile. Se encuentra desde la región de Atacama hasta la región de los Lagos, desde el nivel del mar hasta los 4.000 m de altitud (Rodríguez et al., 2018), en laderas o terrenos planos con algo de humedad y buen drenaje (Riedemann y Aldunate, 2014).

Característica apícola

Especie con una alta atractividad para las abejas en zona más húmedas, debido a las condiciones climáticas favorables para su desarrollo. Sus flores aportan principalmente néctar, siendo muy poco pecoreado para polen. El color del polen corbicular es verde anaranjado (Montenegro, 2002). Su valor apícola es medio a bajo, dependiendo de su distribución y abundancia.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	SEP	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hoja

MAQUI

Nombre científico : *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz

Nombre común : Maqui, Koleón, Clon, Maquei, Queldrón.

Descripción

Árbol siempreverde, dioico. Alcanza hasta 4 m de altura. El tronco es delgado. Las hojas son simples, opuestas y decusadas. Tanto las flores femeninas como las masculinas son amarillentas dispuestas en racimos y en árboles separados. El fruto es una baya carnosa comestible de color negro (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie nativa en Chile se distribuye desde la provincia de Limarí hasta la provincia de Aysén por el valle central y ambas cordilleras desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm (Rodríguez et al., 1983; Donoso y Ramírez, 1994).

Característica apícola

Especie muy atractiva para las abejas, tanto por su aporte en néctar y polen. Florece en una época desarrollo de la colmena y en algunos casos de producción de miel. El polen corbicular es de color anaranjado amarillento al inicio de la floración, y café verdoso al final de la temporada (Montenegro, 2002). Es de valor medio, por su aporte de néctar y alto en zonas que presenta abundancia de la especie.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	SEP	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hoja



Fruto

MOLLE

Nombre científico : *Schinus latifolius* (Gillies ex Lindl.) Engl.

Nombre común : Molle.

Descripción

Árbol siempreverde, dioico, alcanza hasta 4 m de altura. El tronco es tortuoso y llega a medir unos 50 cm de diámetro (García y Ormazabal, 2008). La corteza es de color gris oscuro, ramas rectas y copa densa (Rodríguez et al., 1983). Las hojas son alternas, enteras, ovaladas, de nervadura muy marcada y bordes ondulados. Sus flores son unisexuales, de color blanco marfil. Su fruto es una drupa (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie endémica de Chile. Habita desde la región de Coquimbo hasta la región del Maule, en faldeos de la cordillera de la Costa y planicie costeras, muy cerca del mar, a pleno sol (Riedemann y Aldunate, 2014).

Característica apícola

Las abejas pecorean su néctar y polen; sin embargo, su atraktividad es baja frente a otras especies en floración como *Quillaja saponaria* (quillay), *Retanilla trinervia* (tevo) y *Lithrea caustica* (litre). El polen corbícula es de color anaranjado brillante (Montenegro, 2002). Es de valor medio a bajo, dependiendo de la abundancia de la especie.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	AGO	SEP	OCT	NOV	dic



Distribución
geográfica



PEUMO

Nombre científico : *Cryptocarya alba* (Molina) Looser

Nombre común : Peumo o pengu.

Descripción

Árbol siempreverde, monoico, de follaje denso y verde oscuro. Llega a medir hasta 20 m de altura y el tronco, recto o ligeramente tortuoso, cerca de 1 m de diámetro. La corteza es delgada, de color café claro y agrietada (García y Ormazabal, 2008).

Las hojas son simples opuestas o alternas, de bordes liso, ondulado, verdes brillantes por la haz y el envés de color plateado blanquecino (Riedemann y Aldunate, 2014). Inflorescencias dispuestas en panoja, flores hermafroditas, pequeñas, verdosas, de estambres numerosos (Navas, 1976; Riedemann y Aldunate, 2001; Hoffmann, 2012). El fruto es una drupa ovalada, lisa que pasa del rosado al rojo durante el otoño (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie endémica de Chile. Se encuentra entre las provincias de Coquimbo y Valdivia, siendo abundante entre Petorca y Curicó. Habita en ambas cordilleras y el valle central, preferentemente en quebradas y laderas sombrías, desde el nivel del mar hasta los 1.500 metros de altitud (García y Ormazabal, 2008).

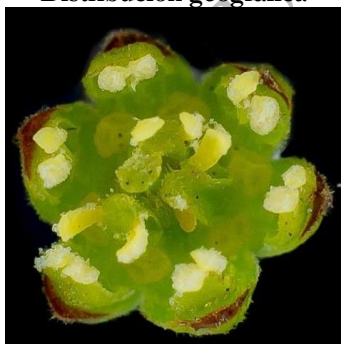
Característica apícola

Es muy atractiva para las abejas, tanto por su abundante aporte de polen como de néctar. *C. alba* presenta un porcentaje de proteínas en su polen de $22,4 \pm 1,2$ (Gloria Montenegro et al., 2013). Su producción de néctar por flor es de $0,188 \pm 0,0276$ ($\mu\text{l}/\text{flor}$) (cruz et al., 2020). Florece en época de desarrollo y producción de las colmenas. En zonas de mayor abundancia, esta especie es una importante fuente de néctar para la elaboración de miel monofloral. Su miel es oscura y presenta una cristalización fina. Valor apícola alto.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	OCT	NOV	dic



Distribución geográfica



Flor hermafrodita



Hojas



Fruto

QUILLAY

Nombre científico : *Quillaja saponaria* Molina

Nombre común : Quillay o küllai.

Descripción

Árbol siempreverde, monoico, de copa ancha. Llega a medir hasta 15 m de altura. La corteza es cenicienta y rasgada longitudinalmente. Sus hojas son duras, alternas y con margen entero o ligeramente dentado (Donoso; 2013). Las flores son hermafroditas, de color blanco amarillenta, a menudo las flores laterales pueden ser funcionalmente masculinas debido al desarrollo rudimentario de los carpelos y la flor central o terminal es hermafrodita y fértil (Rodríguez et al., 2005). El fruto es un plurifolículo de cinco secciones que contienen numerosas semillas aladas, que se dispersan con el viento (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie nativa. Se distribuye entre las provincias del Elqui y Arauco. Crece en ambas cordilleras y en el valle central, desde el nivel del mar hasta los 1.600 metros de altitud (García y Ormazabal, 2008).

Característica apícola

Es una de las especies más visitadas por las abejas en las zonas de clima mediterráneo del centro de Chile, especialmente por su néctar que presenta alta concentración de azúcar (35,2° Brix.) (Tapia, 2014). Con relación al polen no es tan apetecido por las abejas. Sin embargo, este presenta altas concentraciones de compuestos fenólicos (Montenegro et al., 2013). Su floración es una de las últimas del verano concentrada en pocos meses para el bosque esclerófilo, siendo importante fuente de néctar para la elaboración de miel en la zona central de Chile. Generando una miel de color ámbar y de fina cristalización. Valor alto por su abundancia de la especie la cual presenta un néctar de alta concentración de azúcar al final de la primavera.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor
						

Periodo de floración

ENE feb mar abr may jun jul ago sep oct NOV DIC



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hoja



Fruto

QUISCO

Nombre científico : *Echinopsis chiloensis* (Colla) Friedrich et Rowley

Nombre común : Quisco.

Descripción

Suculenta, monoica, con cuerpo de hasta 8 m de altura, generalmente ramificada, con troncos saliendo cerca de la base, creciendo erectos y paralelos entre sí. Costillas anchas y divididas en tubérculos grandes. Las espinas nuevas son de color amarillo y se ponen grises con el tiempo. Presenta flores hermafroditas, laterales, en toda la extensión del tallo, las flores son de color blanco. Los frutos son globulares, con el ápice alargado (Señoret y Acosta, 2013).

Distribución

Especie endémica de Chile. Crece desde la Región de Coquimbo hasta la Región de O'Higgins. Es una planta muy abundante y que crece en toda la depresión intermedia entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera de Los Andes (0-1.700 m.s.n.m.). En las alturas de su distribución más nortina, las plantas se dan más espinudas y amarillentas, posiblemente por la mayor incidencia del sol (Señoret y Acosta, 2013).

Característica apícola

Presenta una floración extensa, aportando néctar y polen para las abejas, especialmente para el desarrollo de la colmena. Principalmente aporta polen, presentando una producción por flor de 440,5 mg por individuo (Gallardo, 1993). Su polen corbicular es de color amarillo pálido (Montenegro, 2000). Valoración apícola media a alta dependiendo de la abundancia local de la especie y por su abundante aporte de polen.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor
						

Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	SEP	OCT	NOV	DIC



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Espinas



Grupo de quiscos

ROMERILLO

Nombre científico : *Baccharis linearis* (R. et P.) Pers.

Nombre común : Romerillo, romero del país.

Descripción

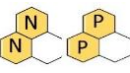
Arbusto siempreverde, dioico, de hasta 2 m de altura, con abundantes ramas verticales y hojas lineares, enteras. Con flores unisexuales, de color blanco marfil. Su fruto es un aquenio provisto de un vilano de color blanco (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Arbusto nativo que crece desde Atacama hasta la Región de los Lagos y desde la cordillera de la Costa hasta la zona precordillerana andina, en terrenos degradados (Riedemann y Aldunate, 2014; Rodríguez et al., 2018).

Característica apícola

Las abejas recolectan néctar y polen de sus flores, a pesar de la baja cantidad de néctar que produce, lo cual puede ser compensado por la abundancia local de la especie. En la época que florece contribuye significativamente en la mantención de fines de verano y comienzo de otoño de la colmena. Este período presenta una escasez de floración melífera. Varias especies del género *Baccharis* (vautros, chilcas, romerillos) son señaladas como interesantes aportes en polen y néctar (Montenegro, 2000). Su valor es alto a media, dependiendo de su abundancia local de la especie.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor
						

Periodo de floración											
ene	FEB	MAR	ABR	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor femenina



Flor masculina

TEVO

Nombre científico : *Retanilla trinervia* (Gillies & Hook.) Hook. & Arn.
Nombre común : Tevo, trevo, tebo, trevu.

Descripción

Arbusto espinoso, monoico. Presenta hojas opuestas, de forma aovada con una nervadura de tres nervios y lámina sin tricomas. Desarrolla ramas de entrenudos largos desde las cuales se diferencian ramas transformadas en espinas y otras ramas de entrenudos cortos. Flores hermafroditas, color crema solitarias o en racimos. El futo corresponde a una drupa globosa (Montenegro, 2002).

Distribución

Especie endémica de Chile. Crece desde la Región de Coquimbo hasta la Región del Maule, desde el nivel del mar hasta los 1.700 metros de altitud (Rodríguez et al., 2018).

Característica apícola

Especie cuya floración presenta una alta atractividad para las abejas, especialmente el pecoreo de néctar. Su floración abundante contribuye al desarrollo rápido de la colmena, pudiendo por la época estimular enjambrazones en las colmenas. Siempre y cuando su floración no sea afectada por heladas tardías primaverales. Su miel de color ámbar amarillento y de sabor levemente amargoso, puede cristalizar muy rápido en el panal, dificultando su cosecha. El polen forma un cúmulo corbicular de color amarillo claro a pastel (Montenegro, 2002). Su valor es alto a media dependiendo de su abundancia local de la especie.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	SEP	OCT	nov	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor



Hoja



Fruto

TRALHUÉN

Nombre científico : *Trevoa quinquenervia* Gillies & Hook.

Nombre común : Tralhuén.

Descripción

Arbusto siempreverde, monoico, de hasta 3 m de altura, de ramas erectas, angulosas, con espinas horizontales opuestas. Las hojas son fasciculadas, oblóneas, de borde entero, con 5 nervios muy marcados. Las flores son hermafroditas, fasciculadas, de color marfil. El fruto es una nuez peluda (Riedemann y Aldunate, 2014).

Distribución

Especie endémica de Chile. Crece entre las Regiones de Coquimbo y Ñuble (Rodríguez et al., 2018). Esta especie presenta una distribución principalmente en zonas precordilleranas o zonas frías del valle.

Característica apícola

Esta especie presenta una floración atractiva para las abejas, tanto por su néctar como su polen. Su floración abundante contribuye al desarrollo rápido de la colmena a comienzo de primavera. Su miel es de color ámbar amarillento y de sabor levemente amargoso y puede cristalizar muy rápido en el panal, dificultando su cosecha. Su valor es alto para la zona precordillerana, por su abundante aporte de néctar y polen a fines de invierno y comienzo de primavera.

Forma de vida	Sexo individuo	Color flor	Sexo flor	Aporte apícola	Accesibilidad de la flor	Oportunidad de la flor					
											
Periodo de floración											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	AGO	SEP	OCT	nov	dic



Distribución geográfica



Hábito



Flor

CAPÍTULO 3. VALORACIÓN PRÁCTICA DE LAS ESPECIES APÍCOLAS DEL BOSQUE Y MATORRAL NATIVO ESCLERÓFILO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Para orientar la producción y el manejo apícola, el apicultor debe identificar aquellas especies del matorral y bosque esclerófilo que resultan de interés y evaluar su potencialidad apícola. En el capítulo anterior se presentó algunas de las especies del bosque y matorral esclerófilo con información relevante para evaluar el potencial apícola de las especies a una escala global, pero esta información puede ser ajustada de forma local por el apicultor siguiendo las indicaciones que se presentan en este capítulo.

Delimitar el área de recolección de las abejas

Es necesario conocer y estudiar con atención la flora apícola en que las abejas obtienen los nutrientes necesarios para el desarrollo de la colmena, mediante la recolección de néctar, polen, mielatos y propóleos en el entorno del apiario. Se considera como área básica de recolección, al área comprendida dentro de un radio de un kilómetro con centro en el apiario durante los períodos de mayor restricción climáticas. En condiciones climáticas más favorables el área de recolección puede ir aumentando su radio de forma esporádica de 2 a 4 km. Esto es sólo una estimación de referencia, ya que puede variar la extensión del área de recolección en función de las condiciones topográficas, manejo apícola, variaciones climáticas locales y la cercanía de otros apiarios.

Para caracterizar el área básica de recolección, se sugiere utilizar programas como Google Earth Pro (Google LLC, 2020) o simplemente hacer un croquis del lugar, representando un círculo de 1 km de radio entorno al apiario, identificando los principales usos y actividades que conforma el área en su interior, ubicándolas espacialmente. Luego se debe separar (segmentar) las unidades de vegetación (grupos de plantas) que sean homogéneas, según estructura y composición, que se

encuentran en el interior del área delimitada. Las unidades de vegetación segmentadas se deben recorrer en terreno posteriormente y deben clasificarse según los distintos tipos vegetacionales (bosques, matorrales, praderas, entre otros) (Ver ejemplos del recuadro 3.1) e identificar otros usos tales como asentamientos urbanos y posibles zonas de abastecimiento de agua para las abejas (Figura 3.1).

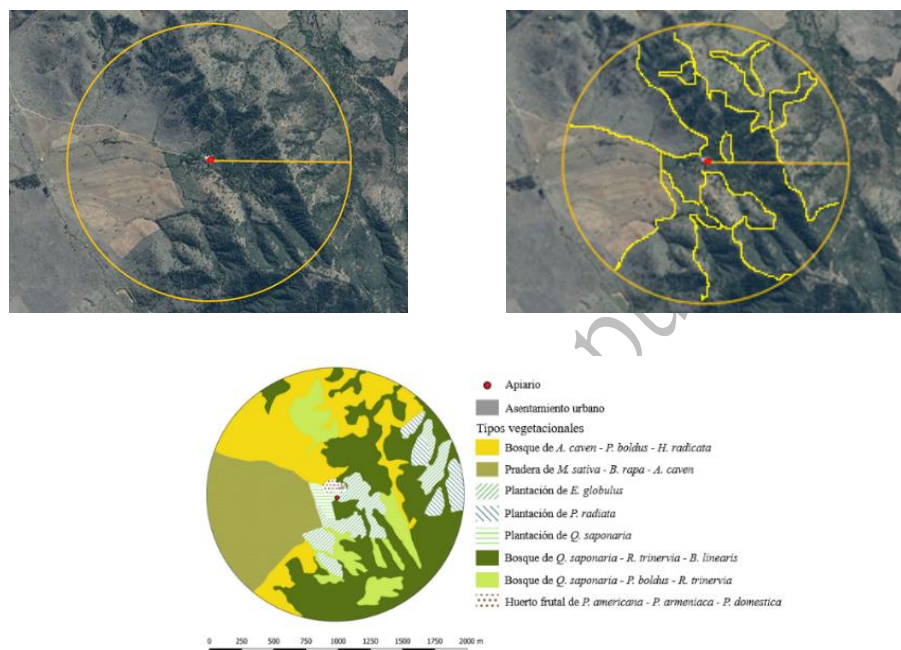


Figura 3.1. La imagen superior izquierda corresponde a una imagen obtenida de Google Earth pro, de un apiario ubicado en Pumanque, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O' Higgins (Google Earth Pro v 7.3.3.7786, 2020). El punto rojo indica la ubicación del apiario y círculo el círculo amarillo indica el radio de 1 km donde se circunscribe la vegetación utilizada por las abejas. En la figura superior derecha, se observa la segmentación de las unidades de vegetación y usos asociados en torno al apiario. La figura inferior corresponde a la representación de todas las unidades identificadas con los principales usos (Plantaciones, huertos frutales, asentamientos urbanos) y las especies dominantes (i.g. Bosque de *A. caven* – *P. boldus* y *H. radicata*) (Modificado de Varela, 2019)

RECUADRO 3.1

Definiciones de algunos tipos vegetacionales

Bosque. La Ley 20.283, sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal define, para efectos legales un bosque, como “Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m², con un ancho mínimo de 40 m, 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”. Las especies más comunes de encontrar para el bosque y matorral esclerófilo son: *Quillaja saponaria* (quillay), *Peumus boldus* (boldo), *Lithrea caustica* (litre), *Cryptocarya alba* (peumo).

Matorral. Formación vegetal dominada por especies con tipo de crecimiento arbustos, como es el caso de *Retanilla trinervia* (tevo), *Colliguaja odorífera* (colliguay), *Baccharis linearis* (romerillo).

Pradera. Formación vegetal dominada por especies con el tipo de crecimiento hierba, como es el caso de *Asteriscium chilense* (anesello), *Eryngium paniculatum* (chupalla), *Bidens laevis* (falso té) y *Trifolium polymorphum* (flechilla).

Plantación forestal. Corresponde a árboles que han sido plantados. Puede estar formado por una o más especies nativas (i.g. quillay) o exóticas (i.g. eucaliptos).



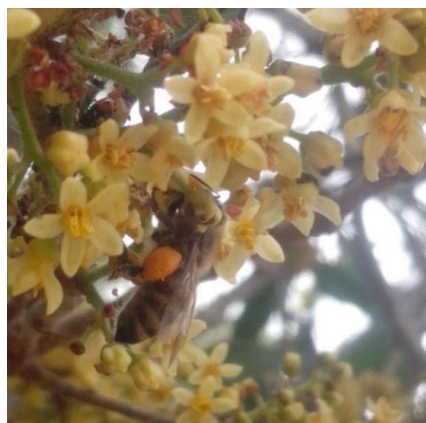
Figura 3.2. Tipos vegetacionales. En color verde se aprecia una unidad vegetacional definida como Bosque en donde predominan las especies *Cryptocarya alba* (peumo) y *Peumus boldus* (boldo). En color naranja, se aprecia una unidad vegetacional definida como Matorral, donde dominan las especies *Retanilla trinervia* (tebo) y *Colliguaja odorifera* (colliguay). Finalmente, en color amarillo se aprecia una unidad vegetacional definida como pradera en la cual predominan las especies *Avena barbata* (teatina) y *Hypochaeris radicata* (hierba del chancho). (Fotografía: Parque Nacional La Campana. Autor: Patricio Tapia A.).

Identificación de las especies del entorno al apiario (Listado florístico)

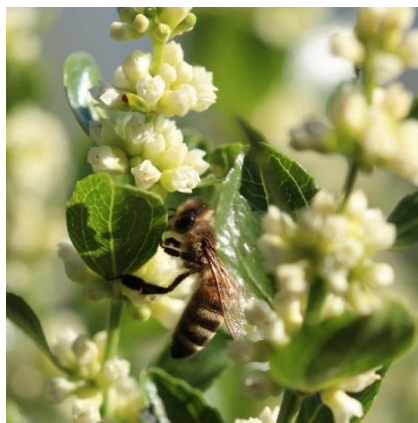
En cada tipo de unidad vegetación clasificado o identificado previamente, se debe realizar un listado florístico, para ello se recomienda hacer uno a tres transectos, en diferentes direcciones o partes de cada unidad vegetacional (esto dependerá de la heterogeneidad vegetacional de cada unidad), para identificar las especies melíferas más representativas. El transecto corresponde al recorrido a pie en un tramo de 100 m, manteniendo una dirección constante, durante el recorrido se debe anotar todas aquellas especies melíferas que predominen considerando; árboles, arbustos, suculentas y herbáceas. Esta información es relevante, como insumo para confeccionar los calendarios florales melífero del área básica de recolección de cada apiario. En el caso de no poder identificar la especie, se puede recolectar una muestra de esta para su posterior identificación mediante la consulta a un experto. La especie identificada debe incorporarse al resto de las especies identificadas en terreno, conformando así el listado florístico de especies con potencialidad apícola en torno al apiario.

Determinación del aporte apícola de cada especie vegetal entorno al apiario

Para determinar las preferencias alimentarias de las abejas y el tipo de aporte apícola de cada especie identificada, se sugiere seleccionar un individuo representativo de ésta, que se encuentre en floración. Se debe observar a ojo desnudo las abejas que visitan las flores por un período de menos de 5 minutos. El horario para realizar las observaciones debe coincidir con aquellas horas en que la planta es visitada por las abejas que recolectan, en los momentos en que las condiciones climáticas sean favorables (día sin lluvia y con poco viento). Se debe registrar el aporte melífero que las abejas recolectan, ya sea polen (Figura 3.3 a), néctar (Figura 3.3 b) o ambos.



a



b

*Figura 3.3. (a) Abeja recolectando polen en una flor de *Lithrea caustica* (litre), en sus patas traseras se observa la cesta de polen, donde el polen extraído de las flores es almacenado y llevado hasta la colmena. (b) Abeja libando néctar en una flor de *Retanilla trinervia* (tevo). (Fotografía: (a) Natalia Varela V., (b) Mario Gallardo P.)*

Estimación de la disponibilidad de las especies melíferas en torno al apiario

Se recomienda que, en cada unidad de vegetación determinada en el área de recolección, conformadas por tipo vegetacionales, se debe efectuar algunas observaciones que permitan determinar la forma en que están constituidos estos tipos vegetacionales. Para ello se sugiere evaluar la dominancia, frecuencia y abundancia de las especies.

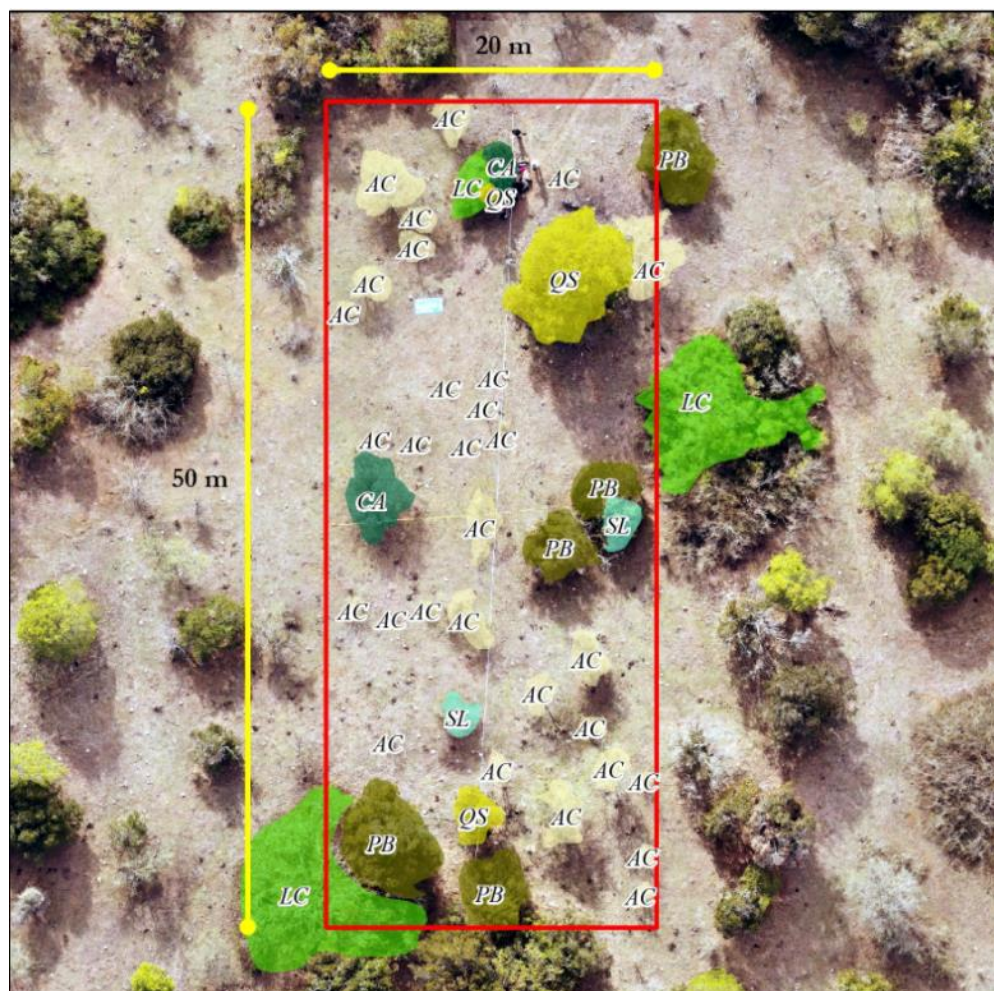
La **dominancia** de una especie corresponde a la cobertura de los individuos de dicha especie, medida en una determinada unidad de superficie, en términos sencillos, como el tamaño de los individuos ocupa el espacio. Para ello se puede medir la proyección de sus copas en el suelo.

La **frecuencia** corresponde al número de individuos que se pueden encontrar de una determinada especie, en términos sencillos, se refiere a la presencia o ausencia de la especie en un lugar independiente de su tamaño o número de individuos.

La **abundancia** de una especie se define como el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población), en términos sencillos hace alusión a la cantidad de individuos en un lugar.

Para determinar la dominancia, frecuencia y abundancia de las especies melíferas, se pueden utilizar distintos métodos. Para el caso de los tipos vegetacionales descritas como bosque o matorral, se recomienda el Método de la parcela rectangular. Este método consiste en realizar en cada tipo vegetal registrado, dos parcelas representativas de 1.000 m² (20x50 m) cada una. En la cual se debe registrar la totalidad de cada una de las especies melíferas (árboles, arbustos y suculentas), presentes en dichas parcelas, además de medir si es posible o estimar la superficie de la copa proyectada en el interior de la parcela

La Figura 3.4 muestra una superficie de 1.000 m² (20x50 m) delimitada por la línea roja. En ella las especie dominantes (mayor ocupación de la superficie) corresponde a *Acacia caven* (AC), *Peumus boldus* (PB) y *Quillaja saponaria* (QS) con áreas de copa que por especie suman 80, 70 y 50 m² respectivamente en la superficie delimitada. La frecuencia en este caso se relaciona a la presencia de las 6 especies mencionadas en la imagen, si este ejercicio se repite en otro punto, cambia la probabilidad de registrar las mismas 6 especies, haciendo variar su frecuencia. Las especies más abundantes (cantidad de individuos), en este caso, coinciden con aquellas dominantes, *Acacia caven* y *Peumus boldus* con densidades de 30 y 5 árboles en 1.000 m² respectivamente y en tercer lugar *Lithrea caustica* y *Quillaja saponaria* con 3 árboles en 1.000 m².



Especie	N	Área de copa (m ²)
<i>Acacia caven</i> (AC)	30	80
<i>Cryptocarya alba</i> (CA)	2	47
<i>Lithrea caustica</i> (LC)	3	28
<i>Peumus boldus</i> (PB)	5	70
<i>Quillaja saponaria</i> (QS)	3	50
<i>Schinus latifolius</i> (SL)	2	5

Figura 3.4. Ejemplo de la disponibilidad de especies en el bosque y matorral esclerófilo.

Registro de la duración de la floración y oportunidad de la floración

El conocimiento de la flora apícola entorno al apiario implica el conocimiento del cambio temporal que esta pueda tener con respecto a su floración (fenología de la floración), para así aprovechar de mejor forma los recursos disponibles. Es por esta razón que se propone que a cada una de las especies identificadas se le realice un seguimiento que permita registrar su periodo de floración. Se debe analizar en el conjunto de plantas de una misma especie que se encuentra rodeando el apiario la siguiente información:

Inicio de floración: Corresponde a la fecha en que se registra la primera flor abierta de la especie en el sector.

Floración plena: Corresponde a la fecha en donde al menos la mitad de las plantas se encuentra con las flores abiertas y se asocia al mayor flujo de néctar y de polen.

Fin de la floración: Corresponde a la fecha en que ya no se registran más flores abiertas de la especie, por lo general persisten algunas flores marchitas o secas en la planta que ya han cumplido su ciclo fenológico.

Duración de la floración. Corresponde al tiempo transcurrido entre el inicio de la floración y el fin de la floración, se puede registrar en días, semanas o meses según la especie.

Elaboración del calendario fenológico

El conjunto de los registros antes mencionados permitirá elaborar un calendario floral (Cuadro 3.1) asociando los periodos de floración y flujos de recursos (polen y néctar) de toda la comunidad de especies, registro con el que el apicultor podrá contar con información suficiente para elaborar una técnica de manejo para sus colmenas, determinar el uso de alimentación artificial, preparación de los instrumentos de cosecha (alzas, marcos, etc.) e identificar las características diferenciales de la mieles y pólenes producidos en su apiario.

Cuadro 3.1. Ejemplo de Calendario fenológico del bosque y matorral esclerófilo ubicado en Pumanque, Región del Libertador General Bernardo O’ Higgins. En el calendario se aprecia la importancia de *Peumus boldus* al término de la temporada invernal cuando la colmena se encuentra en crecimiento, aportando néctar y polen. Posteriormente, se aprecia un periodo más prolongado de concentración de los recursos que va entre mediados de septiembre hasta mediados de noviembre. Por su Parte Quillaja saponaria (*quillay*) presenta una floración más aislada al comienzo de la estación seca aportando recursos en momentos en que la colmena se encuentra ya desarrollada, permitiendo obtener miel de esta especie.

Mes	Aporte apícola	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Inicio floración	Floración plena	Término floración	Duración (Días)
<i>Peumus boldus</i>	Nectar y polen							04-08-2019	17-08-2019	27-08-2019	23
<i>Acacia caven</i>	Polen							20-09-2019	22-10-2019	10-11-2019	51
<i>Trevoa trinervia</i>	Nectar							18-09-2019	25-10-2019	15-11-2019	58
<i>Lithrea caustica</i>	Nectar y polen							05-10-2019	05-11-2019	12-11-2019	38
<i>Baccharis linearis</i>	Nectar y polen							02-10-2019	12-10-2019	10-11-2019	39
<i>Colliguaja odorifera</i>	Polen							05-10-2019	25-10-2019	12-11-2019	38
<i>Quillaja saponaria</i>	Nectar y polen							02-12-2019	12-12-2019	14-12-2019	12

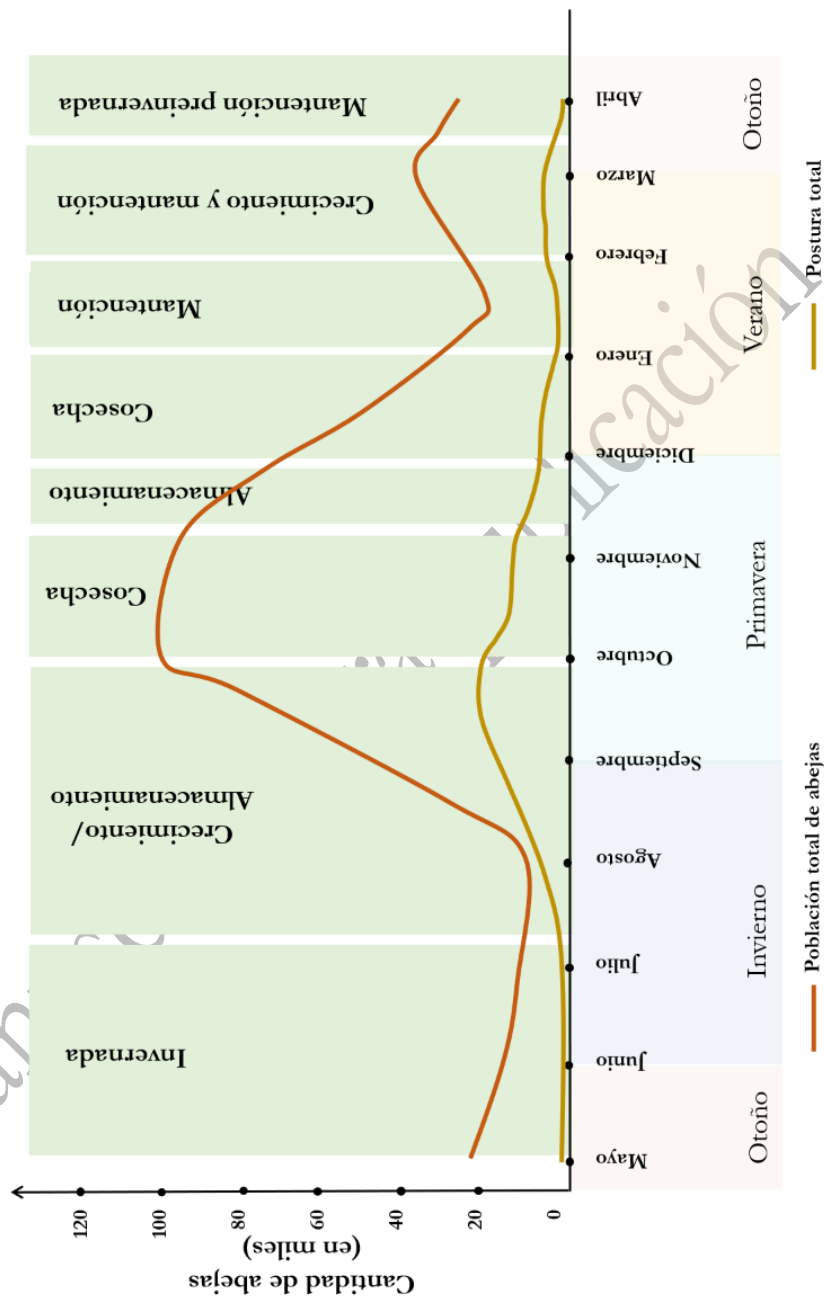
CAPÍTULO 4. MANEJO DE LA COLMENA EN EL CONTEXTO DEL BOSQUE ESCLERÓFILO Y MATORRAL

En Chile continental en la zona central, asociada al bosque y matorral esclerófilo, la temporada apícola comienza a fines de mayo (inicio de la hibernación), con el receso invernal de la actividad reproductiva de la colmena, y se reanuda a mediados de julio o al inicio de agosto, esto depende de la localidad. Siendo las zonas del valle central y la zona costera en donde se dan las mejores condiciones climáticas que son favorables para el pronto inicio de la actividad apícola. En las zonas cordilleranas la actividad apícola se inicia a fines de agosto o comienzo de septiembre (posterior al deshielo).

En la época de invierno debido a la baja temperatura y ausencia de floraciones, la colmena reduce su postura o la suspende totalmente. Cuando la temperatura aumenta (inicio de primavera) y comienzan las primeras floraciones, se incentiva nuevamente la actividad de la colmena, dando paso a un crecimiento exponencial de la postura y tamaño de la poblacional (Figura 4.1).

Durante la primavera la colmena se desarrolla según la disponibilidad de las diferentes floraciones ya sea de: árboles, arbustos y hierbas del bosque esclerófilo. Esto permitiendo que durante los meses de septiembre y octubre se genere la primera cosecha de miel. Posteriormente, comienza la etapa de mantención de la colmena, permitiendo generar una segunda producción de miel a fines de diciembre y comienzo de enero. En consecuencia, se pueden dar dos períodos de cosecha, siempre que las condiciones climáticas y la diversidad y abundancia de especies melíferas del bosque lo permitan. A comienzo de enero, se genera un período de receso y disminución en la reproducción de las abejas en la colmena, como se observa en la Figura 4.1, esto como consecuencia de la escasez de floraciones y las altas temperaturas del verano.

Figura 4.1 Desarrollo poblacional de la colmena en la zona central de Chile. Relación entre la población de una colmena y los meses del año, considerando las estaciones del año.



A fines del verano y comienzo del otoño se genera una nueva alza moderada en la reproducción de la colmena, aumentando su población de forma leve, gracias al incentivo de floraciones tardías del matorral arborescente. Esto permite generar una población de nodrizas que se requieren para el receso invernal, que es relativamente corto (2 a 3 meses). Por lo cual, las floraciones de las especies del matorral arborescente que se producen a fines del verano son de gran importancia para sustentar la mantención y alimentación de las crías de las colmenas durante el término del verano y parte del otoño.

Es importante considerar que, la época de otoño y entrada al invierno es una fase importante en el manejo de la colmena, ya que marca la cantidad de postura para generar abundantes nodrizas, las que hibernarán y de su nutrición dependerá la capacidad de sobrevivencia de la colmena para la próxima temporada de producción. Por ende, el manejo previo a la entrada de la invernada debe asegurar; los niveles de reservas nutricionales de la colmena, el control sanitario, la regulación del tamaño de la población de abejas, la reducción de los espacios que las abejas no puedan cubrir, para una correcta regulación térmica y control del excedente de humedad al interior de la colmena (temperatura normal de la colmena en crecimiento es de 32 a 35° C en el nido de cría, durante el invierno puede llegar a 7° C).

La ubicación del apiario y disposición de las colmenas juega un papel fundamental en el manejo de las colmenas, ya que evita el exceso de humedad y exposición a los vientos dominantes, entre otras consideraciones que se debe tener presente. Ver Recuadro 4.1.

Las floraciones tardías de otoño que aporten polen de alto valor nutricional resultan fundamentales para la alimentación de la colmena en esta época, y también aquellas especies melíferas que aporten néctar a la colmena, estimulando la postura de la reina, para mantener un crecimiento moderado de la postura (inicio de otoño). Esto permite criar nuevas nodrizas, que serán las que mantendrán la población de abejas para la invernada.

Se debe considerar que las abejas nacidas durante el verano no sobrevivirán en este período reduciéndose naturalmente la población de las colmenas.

Para el período de fines de julio y comienzo de agosto, la colmena reactiva su actividad reproductiva y de desarrollo, en consecuencia, la floración que aporte néctar y polen en esta época son fundamentales para asegurar un desarrollo equilibrado de las colmenas.

Posteriormente en el período entre septiembre hasta fines de diciembre, se van alternando períodos de desarrollo con almacenamiento y cosecha de miel, en donde la floración de fines de primavera y comienzo de verano son las principales en aportar néctar para la producción de miel, ya que la colmena se encuentra desarrollada.

Por otra parte, la salida de la invernada es una de las etapas más importante, ya que se produce un gran cambio o reemplazo de las abejas que están hibernando por nuevas abejas. De este manejo dependerá el rendimiento de la producción de la temporada, esto debido a que las abejas que nacen en este periodo son las que continuarán con el desarrollo de la colmena, sustituyendo a las abejas nacidas durante el otoño. Se recomienda tener marcos con cera estirada para facilitar el inicio de la postura de la reina más precoz, resguardar la piquera de los vientos dominantes, y sobre todo vigilar las suficientes reservas de nutrientes (miel y polen) de la colmena, ya que este período se genera una gran demanda de nutrientes por la gran postura de cría en la colmena (por cada marco de cría de requiere un promedio de un marco de miel y un tercio del marco con polen o su equivalente en polen corbicular). El apiario debe estar en áreas de floración temprana, debido a que los horarios de vuelo están más restringidos durante el día. La floración melífera que contribuyen a la salida de la invernada y comienzan su floración a mediados de invierno, estimula a la colmena con pequeños flujos de néctar y polen. La gran cantidad y diversidad de polen que las abejas pecorean a fines de invierno y comienzo de la primavera estimulan el fuerte crecimiento de la cría y hace crecer la población de abejas de la colmena durante este período. Por ello, la diversidad

de vegetación melífera es relevante para generar un desarrollo equilibrado de la colmena.

Manuscrito para publicación

RECUADRO 4.1

Recomendaciones en las instalaciones del apiario:

- Ubicar en una superficie nivelada y de fácil acceso.
- Establecer medidas de bioseguridad en torno al apiario para evitar ingreso de animales.
- Conocer la diversidad y abundancia vegetación de valor melífero (néctar y polen).
- Conocer las épocas de floración de las especies melíferas.
- Caracterizar la extensión del área de pecoreo (1 a 3 km de radio).
- Ubicar o conocer los bebederos de agua del apiario.
- Considerar aquellas condiciones microclimáticas que protejan del vientos dominantes y exceso de humedad al apiario.
- Conocer la presencia de apiarios cercanos en el área de pecoreo.
- Considerar precauciones en áreas de aplicación de plaguicidas.



a



b

Figura 4.2. (a) Disposición de colmenas en apiario en la precordillera. (b) Apiarios en producción durante la primavera de la zona de costeras (Fotografías: (a) y (b) Mario Gallardo).

Dentro del bosque esclerófilo y matorral las especies de floración temprana están: *Baccharis linearis* (romerillo), *Peumus boldus* (boldo), *Azara Interfolia* (corcolén) y *Acacia caven* (espino), especie que produce grandes cantidades de polen al principio de primavera, lo que favorece la nutrición de la cría en forma temprana (Bazzurro, 1999).

En el período de desarrollo de la colmena crece y se multiplica. Sin embargo, hay especies del bosque que, en temporadas de condiciones climáticas favorables, pueden presentar en este periodo floraciones intensivas, alcanzando a bloquear con néctar la cámara de cría, hablamos de la especie *Retanilla trinervia* (tevo), en la medida que no se hace un manejo adecuado para equilibrar la postura de cría y almacenamiento de néctar. Ello, puede también generar estímulos de enjambrazón.

Las fechas en las cuáles se puede cosechar miel, tiene lugar entre octubre y a principio de noviembre y otra a fines de diciembre y comienzo de enero. Estos períodos coinciden con los periodos de floración y antesis de un gran número de especies nativas y exóticas que habitan en la zona central de país. Dentro de las especies melíferas del bosque esclerófilo y matorral que florecen en primavera están: *Aristotelia chilensis* (maqui), *Cryptocarya alba* (peumo), *Schinus polygamus* (huingán).

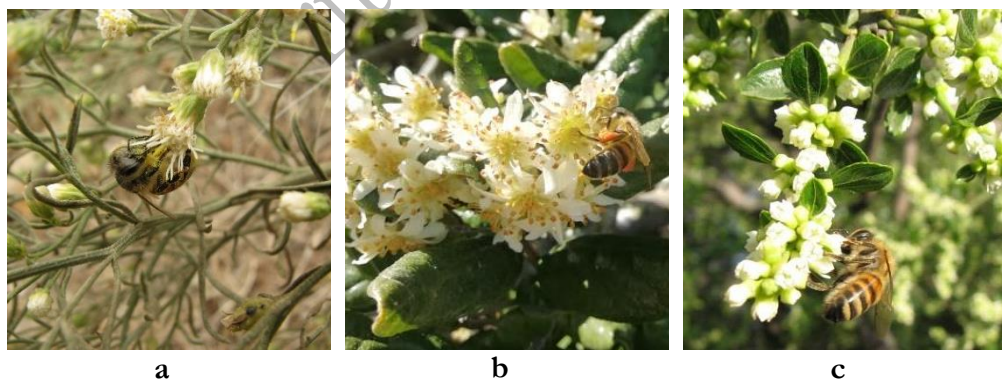


Figura 4.3. Especies de floración temprana del bosque y matorral esclerófilos (a) *Baccharis linearis* (romerillo), (b) *Peumus boldus* (boldo), (c) *Retanilla trinervia* (tevo), (Fotografías: Javiera Giha, Mario Gallardo).

CAPÍTULO 5. MANEJO SILVICOLA DE ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA (APISILVICULTURA)

El paisaje natural y el bosque y matorral esclerófilo en particular constituyen la fuente fundamental de néctar y polen para la alimentación (nutrición) y proporciona refugio para el bienestar de las colmenas (Hill & Webster, 1995). La incorporación de la apicultura al manejo forestal amplía las posibilidades de uso económico de los ecosistemas de bosque y del matorral nativo, caracterizados por su baja productividad y pocas alternativas económicas, contribuyendo al mismo tiempo a su conservación, ya que éste puede ser visto como “productor” de miel y otros productos apícolas.

El manejo silvícola de la vegetación arbórea y arbustiva puede aumentar la oferta de néctar y polen en estos ecosistemas mediante una serie de técnicas silviculturales (apisilvicultura) que favorecen la producción apícola, así como también la nutrición y el bienestar de las abejas. Técnicas silvícolas, tales como raleos, podas, plantaciones suplementarias y enriquecimientos, permiten incrementar la cantidad de productos apícolas susceptibles de obtenerse en un bosque o matorral nativo, potenciando al mismo tiempo el valor apícola de los terrenos agrícolas o de pastoreo adyacentes. A continuación, se describen algunas de las distintas técnicas silvícolas susceptibles de aplicar en un bosque o matorral nativo (Hill & Webster, 1995; Kudernascht, 2012).

Selección y mezclas de especies en el bosque

Mediante el manejo silvícola pueden favorecer o plantar aquellas especies o mezclas de ellas que proporcionen una mayor cantidad de néctar y polen a las colmenas. Esto puede realizarse mediante una plantación suplementaria, la cual corresponde a una plantación bajo dosel o con protección arbórea lateral que se efectúa con especies nativas propias del lugar, y del mismo tipo forestal que es realizada en forma complementaria a la regeneración natural, en una densidad mínima de 100 o 330 pl/ha, distribuidas en aquellos sectores con menor cobertura vegetal y nula o escasa presencia de regeneración natural (Figura 5.1). Su fin es el de mejorar la calidad del bosque nativo actual, en cualquier etapa de desarrollo del bosque.



Figura 5.1 Plantación suplementaria de Quillaja saponaria (quillay), en bosque esclerófilo degradado. Cayru, Pumanque. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Foto G Cruz.

Raleo de árboles en bosques densos

Los raleos como herramienta silvícola permiten la reducción gradual de la densidad de árboles de una determinada superficie de bosque. Esto con el fin de impedir que sus copas se superpongan ampliamente obstruyendo el crecimiento de los árboles e impidiendo el desarrollo de un mayor número de flores por árbol susceptibles de aprovechar por las abejas. Los raleos permiten concentrar el crecimiento del bosque sólo en algunos árboles seleccionados, mejorar la estabilidad del bosque y en ocasiones proporcionan ingresos económicos (ejemplo leña). Además, favorecen la entrada de luz a los estratos inferiores del bosque, permitiendo el

desarrollo y floración el desarrollo y floración de los arbustos pequeños y hierbas del sotobosque⁴, muchas veces constituido por especies de interés apícola y/o ganadero. También liberan individuos arbóreos suprimidos por competencia por luz, agua y nutrientes permitiendo su desarrollo y futuro aprovechamiento apícola. (Figura 5.2).



Figura 5.2 Marcación de individuos de espino (Acacia caven) susceptibles de ralearse para liberar de competencia y favorecer el crecimiento futura de individuos de litre (Litbraea caustica) suprimidos en un espinal perteneciente al bosque esclerófilo. Rapel. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Foto G. Cruz.

⁴ Árboles, arbustos y hierbas que crecen en los estratos inferiores y piso de un bosque.

Conformación de los bordes del bosque.

A nivel de paisaje, la mantención y cuidados de los bordes del bosque y las zonas de transición hacia praderas y matorrales (ecotonos) constituyen ambientes muy ricos en especies de interés apícola (hierbas anuales y otras) y conforma un ambiente atractivo para las abejas. Por otro lado, estos bordes permiten la floración masiva de especies incapaces de establecerse y florecer al interior sombrío del bosque (Figura 5.3).



*Figura 5.3 Zonas de transición entre el bosque, el matorral y la pradera, en ellas se observa la alta diversidad de especies presentes en esta zona, las cuales resultan de interés apícola. A la izquierda el paso entre el bosque y matorral esclerófilo a la pradera, Reserva Nacional Río de Los Cipreses, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Foto P. Tapia. A la derecha, cambio entre una formación de *Acacia caven* (espino) a una pradera, Quilapilun, Región Metropolitana. Fotos P. Tapia.*

A nivel del bosque y matorral es importante la conformación de los bordes de caminos y senderos al interior, ya estos tienen influencia en el desarrollo y floración de los arbustos pequeños y hierbas de interés apícola (Figura 5.4).

Manejo de vegetación acompañante.

En el caso de los bosques, los arbustos pequeños y hierbas (sotobosque) al interior de este no se deben eliminar sobre grandes extensiones, controlándose sólo cuando impida el establecimiento y desarrollo de regeneración natural o artificial del bosque. En el caso de matorrales altos y densos se debe proceder de la misma manera, ya que algunos de estos arbustos pequeños y hierbas proporcionan polen y néctar a las abejas (Figura 5.5).



Figura 5.4. Caminos y senderos al interior del bosque con una densa cobertura de árboles a cada lado que dan sombra (izquierda) proporciona menos posibilidades para la alimentación de las abejas, respecto a un camino o senderos con bordes más anchos y con una cobertura de árboles más abierta (derecha), lo que favorece el desarrollo y floración de los arbustos pequeños y hierbas las cuales pueden ser pecoreado por las abejas en busca de polen y néctar.



*Figura 5.5 Claro en bosque esclerófilo con mantención de arbustos de romerillo (*Baccharis linearis*) como protección lateral de plantación suplementaria de *Quillaja saponaria* (quillay). Nótese que romerillo es una especie de interés por su polen en otoño para las colmenas y que sólo se ha “limpiado” de vegetación el sector de la casilla y su entorno. Cayru. Pumanque. Región del Libertador General Bernardo O’Higgins Foto G Cruz.*

Mantención y/ creación de claros en el interior de bosque y matorral.

Pequeños claros en el bosque y matorral permiten mantener especies que, al interior de estos, que en situaciones densas no pueden prosperar por falta de luz, siendo muchas de estas importantes para la nutrición de las abejas. Por otro lado, algunos esquemas silvícolas (cortas de protección en claros, selectivas, etc.) crean claros en el dosel del bosque, lo que da lugar a zonas abiertas que también pueden beneficiar a las abejas. En el caso de un aprovechamiento apícola en combinación

con una ganadería extensiva en los matorrales, la mantención y creación de claros proporciona temporalmente condiciones para el desarrollo de arbustos pequeños y hierbas que proporcionan polen y néctar a las abejas (Figura 5.6).



*Figura 5.6 Pequeños claros en un bosque esclerófilo semidenso de Quillay- Litre-Boldo donde en estos se desarrollan arbustos de Tebo (*Retamilla trinervia*) y hierbas anuales, de interés apícola. Cayru, Pumanque. Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Foto G. Cruz.*

Mantener una superficie suficiente de bosque cercana a los apiarios.

Se deberían instalar las colmenas cerca del bosque y/o matorral, proporcionando una extensión de vegetación suficiente para el desarrollo del apiario. Esto debido a

que la distancia de traslado de las pecoreadoras hacia las fuentes de alimento (bosque y matorral) influye en la productividad de las colmenas del apiario. Se ha observado que el rendimiento de la miel (y, por tanto, los ingresos de la apicultura) disminuyen drásticamente con la distancia al bosque durante un año de clima normal (Sande et al., 2009). También se ha determinado que la tasa de visitación de *A. mellifera*, disminuye a la mitad de su máximo entre los 4 y 2 km de distancia al bosque dependiendo de las características particulares de este (Ricketts et al., 2008). Por otro lado, diversos estudios han demostrado que las interacciones ente flores e insectos se ven afectadas negativamente por la fragmentación y aislamiento del bosque y de la vegetación. Así, dado que las distancias de pecoreo de las abejas dependen de la eficiencia energética (concentración y abundancia del néctar a pecorear). En bosques caducifolios, se observaron abejas europeas pecoreando en un radio máximo de 6 km de sus colmenas (con una mediana 1.7 km y un 95% del pecoreo dentro de 6,0 km), concentrando su esfuerzo de búsqueda de alimento en unos pocos parches de bosque de alta calidad para su alimentación. Estos esfuerzos de búsqueda se orientaron según la concentración de néctar y la distancia a la fuente de néctar (Visscher y Seeley, 1982; Beckman y Ratnieks, 2000).



*Figura 5.7 Colmenas en la inmediación del bosque nativo. Las colmenas se encuentran ubicadas entre una formación de *Acacia taven* (espino), teniendo como zona de pecoreo la ladera cubierta por bosque y matorral esclerófilo que se aprecia en la foto. Colliguay. Región de Valparaíso. Foto G. Cruz.*

Manuscrito para publicación

REFERENCIAS

- AGUILAR, I., HERRERA, E., RODRÍGUEZ, J.E., & MATAMOROS, Y. 2017. Taller para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación de Abejas Nativas de Costa Rica. Grupo de Especialistas en Planificación para la Conservación (UICN SSC CPSG Mesoamerica).
- ANKLAM, E. Y RADOVIC, B. 2001. Suitable analytical methods for determining the origin of European honey. *American Laboratory* 5: 60-64.
- BAZZURRO, D. 1999. Flora apícola. Trabajo en Cultura apícola. Uruguay. 14 p.
- BEEKMAN, M., RATNIEKS, F.L.W., 2000. Long range foraging by the honeybee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14, 490–496.
- BOTTI, C. y A. CABELLO, 1990. Anatomía y desarrollo de flores, frutos y semillas de boldo (*Peumus boldus* Mol.). *Ciencia e Investigación Forestal*. 4 (1): 49-60.
- BRETON, F. 1996. La Fleur. *La Recherche* 287. p:86- 89.
- BRIDI R., MONTENEGRO G. 2017. The Value of Chilean Honey: Floral Origin Related to their Antioxidant and Antibacterial activities. In Vagner de Alencar Arnaut de Toledo, ed. *Honey Analysis. In Tech*. ISBN 978-953-51-2880-9. 376 p. DOI: 10.5772/67103.
- BRISCOE, ADRIANA & CHITTKA, LARS. (2001). The Evolution of Color Vision in Insects. *Annual review of entomology*. 46. 471-510. 10.1146/annurev.ento.46.1.471.
- CAMPBELL, D. R. 1996. Evolution of floral traits in a hermaphroditic plant: field measurements of heritability and genetic correlations. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*. 50(4):1442-1453. Chile. 301 p.

CHITTKA, L. (1996). Optimal sets of colour receptors and opponent processes for coding of natural objects in insect vision. *J. Theor. Biol.*, 181, 179-196

CORBET, S. A. 2003. Nectar sugar content: estimating standing crop and secretion rate in the field. *Apidologie* 34:1-10

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL CONAF. 2019. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile, Tabla de Valores 2020. Ley N°20.283 sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal- DT N° 239. Santiago. 20 p.

CRANE, E. 1990. Bees and beekeeping: science, practice, and world resources. Ithaca, EE. UU: Publishing Associates. Cornell University Press. 614p.

CRUZ, G. 2008. Importancia del bosque nativo para el desarrollo de la apicultura en Chile. Módulo VIII: Curso Especialización del manejo Apícola en el ámbito forestal. Apuntes. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 12 p.

CRUZ, G.; M. GALLARDO y P. TAPIA. 2020. Esquemas de plantaciones suplementarias de quillay para aumentar los recursos florales e incentivar su uso apícola en el marco de la Ley 20.283. Santiago, Chile: FIBN Conaf.

DE GROOT, A.P. 1953. Protein and amino acid requirements of the honeybee *Apis mellifera*. *Physiologia Comparata et d'Ecogia*. 3: 195-285.

DELLAPORTA, STEPHEN & CALDERÓN-URREA, ALEJANDRO. (1993). Sex Determination in Flowering Plants. *The Plant cell*. 5. 1241-51. 10.1105/tpc.5.10.1241.

DIAZ-FORESTIER, J.; GÓMEZ, M. Y MONTENEGRO, G. 2008. Secreción de néctar de quillay. Una herramienta para una apicultura sustentable. *Agronomía y Forestal*. 35: 27-29 p.

DONOSO, C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. *Bosque* 2:117-146.

DONOSO, C. 2013. Bosque templados de Chile y Argentina. Autoecología. Ed. Marisa Cuneo. Valdivia. (2ªEd.). 688 p.

FAEGRI, K. y L. VAN DER PIJL. 1979. The principles of pollination ecology. Oxford; New York: Pergamon Press. 244p.

FERNÁNDEZ, F. E.; C. M. OVALLE; J. L. AVENDAÑO y A. L. D. POZO. 2007. Rehabilitación y restauración de agroecosistemas degradados. Experiencia en el secano interior mediterráneo de Chile. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 2(1):1044-1047.

FUENTES, E. 1988. Sinopsis de paisajes de Chile Central. En: Fuentes E. y Prenafeta S. (Eds.). *Ecología del paisaje en Chile Central. Estudios sobre sus espacios montañosos*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Pp. 17-27.

GAJARDO, R. 1981. Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral esclerófilo. En: I seminario-taller “Bases Biológicas para el Uso y Manejo de Recursos Naturales Renovables: Recursos de la zona de matorral y bosque esclerófilo de Chile Central”. *Monografías Biológicas* 1:55-63.

GALLARDO, M. 1993. Proposición de un modelo y evaluación de las variables para estimar el potencial melífero y polinífero de la vegetación para la apicultura. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 73 p.

GARCIA, M. 2013. Cuantificación de la producción de néctar de una plantación y bosque natural de Quillaja saponaria Mol., ubicada en la comuna de Pumanque, VI Región (Chile). Tesis para optar al título de Ingeniero de Montes. ETSI Agronómica y de Montes, Universidad de Córdoba, España. 60 p.

GARCÍA, N. y C. ORMAZABAL. 2008. Árboles nativos de Chile. Santiago, Chile: Enersis S. A. 195p.

GOOGLE EARTH PRO-V 7.3.3.7786. 2020. Pumanque, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O' Higgins. N 262644.82 m E, 6172013.58 m S. Altura del ojo 2,25 km. CNES/Airbus 2020, Google 2020, Maxar technologies 2020. <http://www.earth.google.com> [25 de septiembre, 2020].

HECHENLEITNER, P., M. GARDNER, P. THOMAS, C. ECHEVERRÍA, B. ESCOBAR, P. BROWNLESS y C. MARTÍNEZ (2005) Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo, Valdivia. 188p.

HESSE, M. 2009. Pollen terminology: an illustrated handbook. Wien; New York: Springer. 261p.

HESSE, M.; HALBRITTER, H.; ZETTER, REINHARD; WEBER, MARTINA; BUCHNER, RALF; FROSCH-RADIVO, A. y SILVIA, ULRICH. (2009). Pollen terminology an illustrated handbook. – springerwiennewyork, university of vienna, austria. Printed in Austria.

HILL, D. B. y T. C. WEBSTER. 1995. Apiculture and forestry (bees and trees). Agroforestry Systems. 29(3):313-320.

HUMAN, H. et al. 2013. Miscellaneous standard methods for Apis mellifera research. Journal of Apicultural Research. 52(4):1-53.

INOUE, D. W. Y LEWIN, S.A. 2013. Pollinators, Role of. Encyclopedia of Biodiversity (second Edition), pp. 140 -146.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN) 2007 Norma Chilena (NCh) 616 -2007. “Miel de abejas; denominaciones y requisitos”. 8 p

JEAN-PROST, P. y Y. LE CONTE. 2007. Apicultura conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. Madrid, España: Mundi-Prensa. 790p.

KLEINSCHMIDT, G. J. y A. C. KONDOS. 1976. Influence of crude protein levels on colony production. Australasian beekeeper.

KUDERNATSCH, T. 2012. Vielfalt für die Honigbiene - LWF-Aktuell 91. 46-48.

LEE, S. G. y P. FELKER. 1992. Influence of water/heat stress on flowering and fruiting of mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*). Journal of arid environments. 23:309-319.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2006. Miel de abejas. Denominación de Origen Botánico Mediante Ensayo Melisopalinológico. NCh2981.Of2005 (2005). Declarada Norma Chilena Oficial de la República el 14 de diciembre de 2005. Decreto Exento N° 765, Ministerio de Agricultura. Diario Oficial N° 38.358 del 9 de enero de 2006. Santiago, Chile.

MONTENEGRO, G. 2002. Chile: Nuestra flora útil. Guía de uso apícola, medicinal folclórica, artesanal y ornamental. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Ediciones Universidad Católica. Santiago, Chile. 267 p.

MONTENEGRO, G., PIZARRO, R., MEJÍAS, E., Y RODRÍGUEZ, S. 2013. Evaluación biológica de polen apícola de plantas nativas de Chile. FYTON (Buenos Aires), 82(1), 7-14.

MONTENEGRO, G.; DIAZ-FORESTIER, J.; FREDES, C. Y RODRIGUEZ, S. 2013. Phenolic profiles of nectar and honey of Quillaja saponaria Mol (Quillajaceae) as potential chemical markers. Biological Research. 46:177-182.

MONTENEGRO, G.; TIMMERMAN, B.; PEÑA, R.; AVILA G. Y MUJICA, A. 2000. Pollen grains and vegetative structures in propolis as indicators of

potential drugs in Chilean plants. *Phyton (International Journal of Experimental Botany)* 66:15-23.

MORA, A. 1999. Producción de néctar por flores de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz), y entomofauna asociada a su polinización. Tesis. Escuela de Agronomía Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 82 p.

MORSE, R. Y HOOPER, T. 1992. Enciclopedia ilustrada de la apicultura. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 386 p.

NAVAS, 1976. Flora de la cuenca de Santiago. Tomo II. Editorial Andrés Bello. Santiago. 381p..

ORELLANA, F. 2020. Producción potencial de miel de una población de *Kageneckia angustifolia* D. Don ubicada en el sector Lagunillas, Comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza. 31p.

OVALLE C, L LONGERI, J ARONSON, A HERRERA & J AVENDANO. 1996. N-2-fixation, nodule efficiency and biomass accumulation after two years in three Chilean legume trees and *Tagasaste Chamaecytisusproliferus* subsp *palmensis*. *Plant and Soil* 179: 131-140.

PACINI, E.; NEPI, M. Y VESPRINI, J. L. 2003. Nectar biodiversity: a short review. *Plant Systematics and Evolution* 238:7-21.

PEHLIVAN, S.; BAYRAK, F.; ALDEMIR, H. Y KILIC, N. 2001. Pollen morphology, total protein and chemical analyses in some endemic plant species in Turkey. *Mellifera. Journal of beekeeping in Turkey*. 1-2: 50-55.

PETANIDOU, T. 1999. Long-term intraspecific variations in nectar secretion in the phrygana: implications for ecological management. pp. 480-489. En: LEKKAS, T. (ED.). Proceedings of the 6th International Conference of Environmental Science and Technology. Atenas, Grecia: Dept. of Environmental Studies University of the Aegean.

PETANIDOU, T. Y SMETS, E. 1996. Does temperature stress induce nectar secretion in Mediterranean plants? New Phytol 133:513-518.

PETANIDOU, T.; A. J. V. LAERE y E. SMETS. 1996. Change in floral nectar components from fresh to senescent flowers of *Capparis spinosa* (Capparidaceae), a nocturnally flowering Mediterranean shrub. Plant Systematics and Evolution. 199(1-2):79-92.

PIZARRO, R. Y MONTENEGRO G. 2006. Especies nativas importantes en la producción de mieles: Servicio del Ecosistema Mediterráneo. Bosque Nativo 38: 7-14.

PROCTOR, M.; YEO, P. Y LACK, A. 1996. The Natural History of Pollination. Harper Collins, London. 479 p.

RAMÍREZ, R. 2003. Certificación del origen botánico de productos apícolas (miel y polen corbicular) de colmenas pertenecientes a la Comuna de Litueche, VI Región. Tesis Magister Fac. Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 57 p.

RAMÍREZ, R. Y MONTENEGRO, G. 2004. Certificación del origen botánico de miel y polen corbicular perteneciente a la comuna de Litueche, VI Región de Chile. Ciencia e investigación agraria 31: 197- 211.

RICKETTS, T. H., J. REGETZ, I. STEFFAN-DEWENTER, S. A. CUNNINGHAM, C. KREMEN, A. BOGDANSKI, B. GEMMILL-HERREN, S. S. GREENLEAF, A. M. KLEIN, M. M. MAYFIELD, L. A. MORANDIN, A.

OCHIENG', AND B. F. VIANA. Landscape Effects on Crop Pollination Services: Are There General Patterns? Ecology Letters, Vol. 11, No. 5, 2008, pp. 499–515. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x>.

RIEDEMANN, P Y ALDUNATE, G. 2014. Flora nativa de valor ornamental. Identificación y Propagación. Chile, zona centro. Tercera Edición revisada y actualizada por Sebastián Teillier A. Impresión Salesianos Impresores S.A.

RODRÍGUEZ, R., MATTHEI, O. Y QUEZADA, M., 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 pp. 1998, vol. 17, p. 109-118.

RODRÍGUEZ, R.; MARTICORENA, C.; ALARCÓN, D.; BAEZA, C.; CAVIERES, L.; FINOT, V.; FUENTES, N.; KIESSLING, A.; MIHOC, M.; PAUCHARD, A.; RUIZ, R.; SÁNCHEZ, P. Y MARTICORENA, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

ROUGIER, D.; TIMMERMANN, B.; FUENTES, E.; YATES, L. Y MONTENEGRO, G. 1994. Relación entre la selectividad de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) y el contenido de proteína cruda del grano de polen. Diagnóstico en la flora nativa de Chile. Ciencia e Investigación Agraria. 21(1-2):47-52.

SANDE, S. O.; R. M. CREWE; S. K. RAINA; S. W. NICOLSON y I. GORDON. 2009. Proximity to a forest leads to higher honey yield: Another reason to conserve. Biological Conservation. 142(11):2703-2709.

SEÑORET, F. & ACOSTA, JP. 2013. Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 250 p.

SERRA MT , R GAJARDO & A CABELLO. 1986. *Porlieria chilensis*. Programa de protección y recuperación de la flora nativa de Chile. Ficha técnica de especies amenazadas. Corporación Nacional Forestal. 23 pp

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, DIVISIÓN DE PROTECCIÓN PECUARIA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, CHILE (ED.) 2021, may. Boletín apícola (Bol. N°6), Santiago, Chile:SAG. 9p.

SIMEF,2019. Sistema Nacional Integrado de Monitoreo y Evaluación de Ecosistemas Forestales (SIMEF). 2019. <https://simef.minagri.gob.cl/herramientas/reporte-estadistico>.

SOMERVILLE, D. 2005. Fat bees skinny bees – A manual on honeybee nutrition for beekeepers. RIRDC publication 05/054, Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia.

STABLER, D., POWER, E. F., BORLAND, A. M., BARNES, J. D., & WRIGHT, G. W. 2017. Data from: A method for analysing small samples of floral pollen for free and protein-bound amino acids. Dryad Digital Repository, <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5281891.v1>.

TAPIA, P. 2014. Producción potencial de miel de una plantación de Quillaja saponaria Mol., ubicada en la zona central de Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 47p.

TRIVELLI, M. 1982. Estudio del Origen botánico de mieles y polen corbicular en San José de Maipo. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. 77p.

VARELA, N. 2019. Relación entre el contenido polínico en el néctar y la flora apícola de formaciones vegetales con Quillaja saponaria (Mol.) en zonas rurales de la provincia de Colchagua. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 53p.

VISSHER, P. Y SEELEY, T. 1982- Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 63(6):1790-1801 p.

WYATT, R.; S. B. BROYLES y G. S. DERDA. 1992. Environmental influences on nectar production in Milkweeds (*Asclepias syriaca* and *A. exaltata*). *American Journal of Botany*. 79(6):636-642.

Manuscrito para publicación

GLOSARIO

- Actinomorfa : Planta o cualquiera de sus órganos, que tiene por lo menos dos planos de simetría.
- Amento : Inflorescencia simple, de tipo racemosa, cuyas flores son sésiles.
- Androceo : Verticilo floral masculino, constituido por los estambres.
- Angiosperma : Planta fanerógama que lleva los óvulos en una cavidad cerrada (el ovario).
- Antera : Parte del estambre que contiene los granos de polen.
- Antesis : Flor receptiva para la fecundación, en este período las flores se disponen para la polinización que corresponde al período del traslado del polen desde las anteras de los estambres o porción masculina hasta el estigma del pistilo.
- Aquenio : Fruto indehiscente, seco, con una semilla.
- Axilar : Situado o nacido en la axila.
- Baya : Fruto completamente carnoso, desprovisto de tabique leñosos.
- Cápsula : Fruto seco y dehiscente, formado por varios carpelos soldados.
- Carpelo : Hojas modificadas que forman el ovario (parte reproductiva femenina de la flor de las plantas

Angiospermas), donde se forman los primordios seminales que darán origen a las semillas.

- Cono : Órgano reproductor femenino en las gimnospermas.
- Coriácea : Órgano rígido y firme.
- Corimbo : Inflorescencia formada por pedicelos florales de distinta longitud, pero todas las flores llegan a la misma altura.
- Corola. : Conjuntos de los pétalos de la flor.
- Costilla: Protuberancia vertical a espiraladas que se encuentra en la superficie de los cactus.
- Dehiscente : Órgano vegetal que se abre de forma naturalmente para dispersar semilla o polen.
- Especie : Conjunto de individuos que son similares en su forma y función, que pueden reproducirse y producir descendencia fértil.
- Estambre : Parte masculina de la flor, forma
- Estigma : Parte superior del pistilo, comúnmente ensanchada, que recibe los granos de polen para la fertilización.
- Fenología : La fenología, es el estudio de eventos biológicos periódicos tanto en animales como en vegetales y cómo estos son influidos por el ambiente, especialmente cambios en temperatura impulsados por la meteorología y el clima (Schwartz, 2013).

- Gineceo : Conjunto de los órganos femeninos de una flor, los carpelos.
- Hermafrodita Flores que tiene ambos sexos.
- Inflorescencia. : Todo sistema de ramificación que se convierte en flores.
- Miel bifloral : Miel cuya composición se encuentre presente significativamente polen de dos especies de plantas, alcanzando en su conjunto un valor mínimo de 50%, y en que ambas especies presenten un porcentaje que no difiere 5% entre ello.
- Miel endémica : Miel obtenida a partir del néctar de especies endémicas de Chile, tales como Quillaja saponaria (quillay) o Escallonia pulverulenta (corontillo), entre otras.
- Miel mixta : Miel elaborada a partir de especies vegetales nativas e introducidas.
- Miel monofloral : Miel en la que al menos el 45% del total de sus granos de polen corresponden a una misma especie vegetal.
- Miel nativa : Miel elaborada a partir del néctar de especies vegetales nativas, las que se encuentran en Chile de manera natural.
- Miel no nativa : Miel elaborada a partir del néctar de especies vegetales introducidas, las que han sido traídas a Chile de forma accidental o deliberada, tales como Medicago sativa (alfalfa), Lotus uliginosus (lotera), entre otras.
- Miel polifloral : Miel en cuya composición se encuentran en forma significativa granos de polen de tres o más especies

vegetales, sin que ninguna de ellas alcance un porcentaje mayor o igual al 45%.

- Nectario : Glándula que segrega un líquido azucarado (néctar) que atrae a los insectos, y que es característica de las plantas polinizadas por ellos.
- Panícula : Inflorescencia compuesta, de tipo racemosa, en la que los ramitos van decreciendo de la base al ápice, y toman aspecto piramidal. En general, constituye un racimo de racimos.
- Pistilo : Unidad sexual femenina, compuesta por ovarios, estilo y estigma.
- Polen : Polvo generalmente amarillo contenido en las anteras de los estambres que fecunda el óvulo vegetal.
- Racimo : Inflorescencia indefinida cuyos ejes secundarios, casi iguales, nacen a lo largo del eje primario.
- Tubérculos : Proyección suculenta y engrosada en un tallo.
- Umbela : Inflorescencia cuyos ejes secundarios, iguales entre sí, están recogidos en un mismo plano y se elevan a igual altura, y divergen como los radios de una sombrilla.
- Vilanos : Pelitos en el extremo de las semillas que facilita su dispersión por el viento.

Manuscrito para publicación