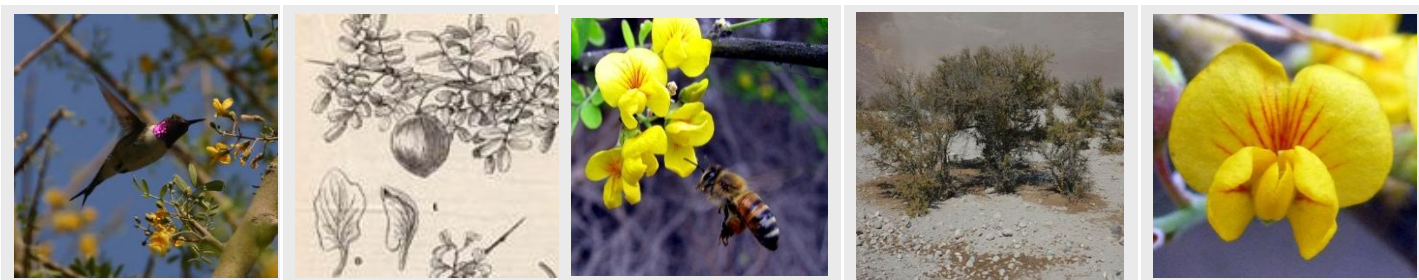


INFORME FINAL



**ESTRATEGIAS SILVÍCOLAS PARA INCREMENTAR LA OFERTA DE
NÉCTAR DE CHAÑAR (*Geoffroea decorticans*), PARA LA
ALIMENTACIÓN DEL PICAFLOR DE ARICA (*Eulidia yarrellii*)
Y EL DESARROLLO DE LA APICULTURA LOCAL
EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA**

PROYECTO 024/2010

**GUSTAVO CRUZ M.
CRISTIAN ESTADES M.
MARIO GALLARDO O.**

**SANTIAGO
MARZO 2013**

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	1
1 MARCO DE FORMULACIÓN DEL PROYECTO.....	2
1.1 VALOR DE LAS COMUNIDADES CON CHAÑAR PARA CONSERVACION DEL PICAFLOR DE ARICA Y LA PRODUCCIÓN APÍCOLA	2
1.2 ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y MANEJO DEL CHAÑAR PARA SU CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN APICOLA	3
1.3 CARACTERISTICAS Y ESTADO DE CONSERVACION DEL PICAFLOR DE ARICA.....	5
1.4 ANTECEDENTES SOBRE LA APICULTURA EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	6
2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	9
3 METODOLOGÍA.....	10
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	10
3.2 CARACTERIZACIÓN FLORISTICA Y FENOLÓGICA EN LA COMUNIDAD DE CHAÑAR	12
3.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS INTERVENCIONES SILVÍCOLAS SOBRE LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR.....	14
3.3.1 Caracterización ambiental del rodal	14
3.3.2 Caracterización estructural del rodal.....	14
3.3.3 Estimación de la biomasa de los distintos componentes aéreos del chañar.....	15
3.3.4 Manejo silvícola de la vegetación y tratamientos en el suelo	16
3.3.5 Estimación de la floración y producción de néctar	17
3.3.6 Desarrollo de protocolos de manejo silvícola.....	19
3.4 EVALUACIÓN DEL EFECTO SOBRE LOS NECTARÍVOROS	19
3.4.1 Estudio de frecuencia de visitas de picaflores	19
3.4.2 Evaluación de la nidificación	19
3.4.3 Evaluación de la abundancia de picaflores en el área de estudio	19
3.5 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL APICOLA DEL CHAÑAR.....	20

3.5.1	Análisis de atractibilidad para la abeja (<i>Apis mellífera</i>)	20
3.5.2	Determinación del valor apícola del chañar	20
3.5.3	Determinación de la calidad de la miel de chañar	20
3.5.4	Estimación de la producción potencial de miel de bosque de chañar	22
4	RESULTADOS	23
4.1	CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y FENOLÓGICA EN LA COMUNIDAD DE CHAÑAR	23
4.1.1	Plantas vasculares asociadas a la comunidad de chañar	23
4.1.2	Fenología de las comunidades dominadas por chañar	25
4.2	CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE CHAÑAR.....	33
4.2.1	Caracterización ambiental (edáfica)	33
4.2.2	Caracterización estructural del bosque estudiado	33
4.3	ESTIMACIÓN DE LA OFERTA DE NECTAR DE CHAÑAR.....	35
4.3.1	Cantidad de néctar según fenofase de las flores de chañar	35
4.3.2	Concentración del néctar de chañar	37
4.3.3	Cantidad de néctar producida por individuo y del bosque de chañar.....	38
4.4	CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE PICAFLOR DE ARICA	39
4.4.1	Reproducción	39
4.4.2	Población de picaflor de Arica y floración de chañar.....	40
4.5	EFFECTO DE LAS INTERVENCIONES SILVÍCOLAS SOBRE LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR	41
4.6	PROTOCOLO DE INTERVENCIONES SILVÍCOLAS EN CHAÑAR PARA FAVORECER LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR.....	44
4.7	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL APICOLA DEL CHAÑAR.....	45
4.7.1	Atractibilidad para las abejas	45
4.7.2	Valor apícola del chañar.....	45
4.7.3	Calidad de la miel de chañar	47

4.8	PRODUCCIÓN POTENCIAL DE MIEL DEL BOSQUE DE CHAÑAR	49
	Cantidad de néctar secretado y producción potencial de miel por los individuos de chañar.....	49
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1	CONCLUSIONES	50
5.2	RECOMENDACIONES	51
6	BIBLIOGRAFÍA.....	53

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio tuvo como principal objetivo determinar técnicas silvícolas para incrementar y prolongar la floración del chañar (*Geoffroea decorticans*), con el fin de entregar una mayor oferta alimenticia para el picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) y la abeja común (*Apis mellifera*), buscando compatibilizar y potenciar las actividades de conservación de la flora y fauna silvestre con las de producción, mediante el desarrollo de la apicultura local.

El estudio se desarrolló en el valle de Chaca, Región de Arica-Parinacota y buscó determinar preliminarmente la fenología de la flora apícola y ornitófila de las formaciones vegetales de chañar, así como ensayar intervenciones silvícolas de raleos y podas de formación al chañar. También se realizaron tratamientos de enmiendas y/o adición de nutrientes y riego al suelo en los sectores donde se desarrolla naturalmente la especie. Posteriormente, se desarrollaron protocolos preliminares de manejo silvícola que favorecieran una mayor floración de la especie, otorgando en forma simultánea recursos alimenticios en mayor abundancia y periodicidad para el picaflor de Arica y para la producción apícola local.

Los resultados de este estudio proveen un significativo aporte para la determinación de uno de los elementos fundamentales de la estrategia de recuperación del picaflor de Arica, como es la restauración de su hábitat, además de prospectar una nueva alternativa económica para los pequeños propietarios y productores de la zona, mediante la estimación del valor apícola el Chañar.

1 MARCO DE FORMULACIÓN DEL PROYECTO

La vegetación nativa de los valles bajos de la región de Arica y Parinacota se limita a pequeños remanentes, producto de la expansión de los cultivos agrícolas de la zona. Esto ha provocado durante los últimos años una fuerte pérdida de la biodiversidad, provocando incluso el riesgo de extinción de algunas especies de avifauna como es el caso del picaflor de Arica (*Eulida yarrellii*). Si bien el valor ecológico de estos ambientes es de suma importancia para la conservación de la especie, son pocos los estudios que evalúan la biología de la flora presente en su hábitat.

En estos ambientes domina la especie nativa chañar (*Geoffroea decorticans*), que constituye una de las principales fuentes de néctar para el picaflor de Arica y otros insectos polinizadores tales como *Apis mellifera*, convirtiéndose en un recurso multipropósito importante tanto en la conservación de esta ave como un posible recurso para la apicultura local, en el contexto de los productos forestales no madereros.

A continuación se abordan en forma más detallada estos aspectos en que se fundamenta el proyecto.

1.1 VALOR DE LAS COMUNIDADES CON CHAÑAR PARA CONSERVACIÓN DEL PICAFLOR DE ARICA Y LA PRODUCCIÓN APÍCOLA

Los valles de la región de Arica-Parinacota representan oasis en un entorno extremo, donde prácticamente el único aporte hídrico proviene de los cursos de aguas que fluyen desde la precordillera. Esta situación restringe de forma significativa el desarrollo de la vegetación, la que además está muy asociada a la calidad química de las aguas (Estades et al. en preparación). El bioclima presente en la zona de estudio corresponde al Tropical hiperdesértico, Tropical ultra hiperárido, con temperaturas medias de 19,2°C y precipitaciones anuales cercanas a 0, siendo la evapotranspiración potencial cercana a 842 mm (Luebert & Pliscoff, 2006). Los suelos de los valles y fondos de quebrada son delgados, con baja fertilidad y alto contenido de sales, por lo cual la vegetación presenta tolerancias a la salinidad y a la aridez (Miranda, 1991).

Después de muchos siglos de utilización humana (Muñoz, 1985, Santoro 1995), la vegetación de estos valles ha sido altamente modificada, estando dominada por cultivos agrícolas. Sin embargo en algunas zonas, todavía persisten algunos remanentes de vegetación nativa dentro de los que destacan los bosquetes de Chañar (*Geoffroea decorticans*), identificados como un elemento fundamental en la conservación del picaflor de Arica (Estades et al. 2007, Estades & Aguirre, en preparación). Aunque, debido a la alta artificialización de los valles la especie convive permanentemente con áreas agrícolas, las evidencias sugieren que la única opción de largo plazo para la conservación de esta especie, se relaciona a la restauración y manejo de porciones de vegetación nativa alejadas de los pesticidas, constituidas como hábitat reproductivo y de alimentación para la especie (Estades & Aguirre 2009).

Los animales nectarívoros son especies con un alto grado de especialización lo que puede incidir en su alta sensibilidad a cambios ambientales y consecuentemente altas tasas de extinción (Boyer 2008). Esto plantea el desafío de proveer de recursos alimenticios a las especies nectarívoras en paisajes agrícolas, como una forma de evitar su extinción (Pywel et al 2005).

Por otro lado, el período reproductivo del picaflor de Arica es extremadamente largo (aprox. 45 días, Estades & Aguirre, en preparación). El hecho de que en la zona de Chaca (Arica-Parinacota) el chañar florezca por aproximadamente un mes y medio plantea una restricción para la eventual producción de dos nidadas en una temporada. La extensión del período de floración, eventualmente permitiría la producción de una segunda nidada aumentando significativamente la tasa de crecimiento de la especie.

Por lo anterior, resulta interesante y de extrema urgencia realizar acciones para potenciar a las formaciones de chañar en relación a su capacidad de entregar alimento para el picaflor de Arica. Sin embargo, el conocimiento sobre el manejo de la vegetación nativa y particularmente del chañar con el fin de incrementar su producción de néctar es inexistente.

1.2 ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y MANEJO DEL CHAÑAR PARA SU CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN APICOLA

Geoffroea decorticans presenta reproducción clonal por raíces geminíferas, las que rebrotan luego de cortas o disturbios ambientales como inundaciones y arrastre de materiales. La reproducción clonal de la especie se traduce en una particular agrupación de chañares en forma de “islotes”, en los que usualmente se centraliza un ejemplar adulto más desarrollado y que presenta la floración dominante. En torno a este ejemplar se distribuyen en varios anillos concéntricos, individuos de menor tamaño y generalmente de origen vegetativo (Eynard & Galetto, 2002; Estades et al., 2009).

En la literatura se hace mención al potencial melífero del chañar debido a la abundancia de sus flores y floración temprana (fines de invierno-inicios de primavera), la cual permite alimentar a las abejas, otros insectos y aves. Se estima que es una especie de polinización generalista y xenógama facultativa (Martínez, 1989; Eynard & Galetto, 2002).

El chañar es una especie que florece profusamente. Sus flores de aproximadamente 8 mm de longitud están ubicadas en racimos axilares simples en grupos de 3 a 8 flores. Estudios realizados en Argentina, indican que el período de antesis de la flor individual es de alrededor de 8 días (Eynard & Galetto, 1999, Eynard & Galetto, 2002). Las flores producen néctar muy concentrado, el cual es secretado por nectarios que se encuentran en la base del tubo estaminal, sobre la cara interna formando un anillo con constricciones.

Se postula que una estrategia para aumentar la oferta de flores con néctar utilizado por el picaflor de Arica, sería mediante la forestación y/o manejo silvicultural de las poblaciones de *G. decorticans*

(Chañar). Sin embargo, esta especie no sólo puede producir néctar para la alimentación de este picaflor nativo, sino que también es capaz de proporcionar alimento para consumo humano, en forma directa a través de sus frutos, e indirecta, al proporcionar néctar para la producción de miel. Además, cabe destacar otros beneficios como proteger el suelo de la erosión, brindar hábitat para otras especies de invertebrados y de fauna nativa, dar protección al ganado doméstico (sombra) y la producción de leña y carbón para la población local.

Sin embargo, hasta la fecha, los manejos silvícolas propuestos para esta especie han sido orientados principalmente a la producción de leña y carbón (Martínez, 1989). Según el objetivo de producción, Serra (1997) recomienda los siguientes tratamientos silviculturales:

- Para la producción de combustible; monte bajo regular ordenado por superficie.
- Para la producción de frutos, usos recreacionales y uso silvopastoral; monte alto regular, obtenido por regeneración artificial o natural, pudiéndose presentar abierto o biestratificado con otras especies como el algarrobo-chañar o espino-chañar.
- Para sistemas agroforestales; existe una práctica campesina andina que utiliza antiguos andenes de épocas incaicas, siendo el chañar el único elemento arbóreo en “terrazas con riego” con cultivos de maíz, trigo, alfalfa, tomate, papa, zapallo y crianza de ganado doméstico. En estos sistemas a los ejemplares de chañar se les realiza clareos, podas de ramas (para evitar la competencia por luz con los cultivos agrícolas), para lo cual se cortan las ramas basales hasta cierta altura y se realiza poda de raíces (para evitar competencia por agua y nutrientes).

Las intervenciones silviculturales para aumentar la floración y producción de néctar implican la manipulación de aquellas variables vegetales y ambientales susceptibles de ser modificadas a un costo económico, social y ambiental razonable. Así, mediante los raleos, podas de formación, cortas de mejoramiento y sanitarias de los individuos, se busca favorecer el desarrollo espacial de la copa, facilitar la incidencia de la luz hacia el interior de ésta, eliminar tejidos leñosos dañados o secos, favoreciendo al mismo tiempo el desarrollo de los brotes florales remanentes. Sin embargo, estas intervenciones implican para la planta un gran costo energético, de nutrientes e hídrico, todo lo cual debe estar disponible en sus reservas o en el suelo. Por este motivo, la adición de nutrientes (enmiendas y/o fertilizantes) y riego puede aumentar la producción de néctar (Burkle & Irwin 2009). En relación a la enmiendas, existen diversos elementos minerales que afectan el crecimiento en las plantas y la producción de néctar. La adición de nutrientes tendría efectos benéficos aunque reducidos sobre la secreción de néctar, pero notables sobre la productividad individual de las flores. Cuando el potasio limita el crecimiento de la planta, los rendimientos de néctar son pobres, sin embargo, cuando los limitantes son el nitrógeno o fósforo, resulta beneficioso contar con un relativo superávit de potasio, a pesar que éste, generaría una reducción en la concentración de azúcar en el néctar. Además, una sobredosis de nitrógeno, que origine un crecimiento vegetativo excesivo, tendría un resultado

perjudicial sobre la producción de néctar. También se ha observado que las deficiencias de N, P, K pueden producir una menor floración y una menor producción de azúcar en el néctar (Dadan, 1975; Olea, 1986).

Debido a que el área de estudio corresponde a un sector altamente artificializado con alta presencia de especies introducidas (Serra, 2009), las posibles consecuencias de las intervenciones de los bosquetes de chañar sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos de esta formación, son consideradas de impacto local y acotado. Además, la escala de las intervenciones que se ensayarán (a nivel de árboles individuales) y la ubicación localizada de los sectores para la conservación del picaflor de Arica y para la producción de miel.

Finalmente, el uso de estos recursos vegetales busca armonizar y potenciar la conservación del picaflor de Arica, con la producción apícola en la zona de la Región de Arica y Parinacota, propendiendo a la mantención de los equilibrios ecológicos, mediante la preservación de la biodiversidad y la conservación de la flora y fauna nativa.

1.3 CARACTERISTICAS Y ESTADO DE CONSERVACION DEL PICAFLOR DE ARICA

En Chile existen sólo 10 especies de picaflores que se distribuyen desde Arica hasta Tierra del fuego y desde el nivel del mar hasta sobre los 4.500 m de altitud, ocupando todo tipo de ambientes (Fjeldsá y Krabbe, 1990). De ellas, el picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) es, probablemente, la especie con mayor grado de amenaza. Con aproximadamente 8 cm de largo (macho) y entre 2.5 y 3 gr de peso, esta especie es uno de colibríes más pequeños del mundo y, ciertamente, el ave más pequeña de Chile (Estades 2010).

Observaciones cualitativas de los años 50 y 60, sugieren que *E. yarrellii* era, al menos localmente, muy abundante, visitando jardines y campos cultivados en los valles cercanos a la ciudad de Arica (18° 29' S, 70° 19' W). Sin embargo, diversas evidencias en las décadas posteriores apuntaron a que la especie estaría experimentado un serio declive poblacional.

Para evaluar formalmente lo anterior, desde el año 2003 se realiza un programa de monitoreo poblacional del picaflor de Arica (Estades et al., 2007). Resultados de estas estimaciones muestran que en septiembre del 2003 la población total para la especie fue de, aproximadamente, 1.540 individuos, mientras que en octubre de 2012 se estimó un población levemente superior a los 400 individuos (Estades y Aguirre 2012). Por otro lado, aunque, históricamente, esta especie había sido registrada en Perú, desde hace ya algunos años que la especie no se ha registrado en ese país, declarándose formalmente como extinta (Cruz 2006).

Según Estades et al. (2007) existen tres factores potencialmente importantes para explicar el delicado estado de esta especie:

- Pérdida y degradación del hábitat. Gran parte de los valles que atraviesan el desierto de Atacama han sido modificados para transformarse en áreas agrícolas, lo que ha causado la pérdida del hábitat natural de la especie en casi la totalidad de su rango. Por ejemplo, una de las razones de la desaparición de esta especie en el valle de Lluta es la casi completa deforestación de chañares en el área, dado que los agricultores la consideran como una especie invasiva y un atractivo para roedores.
- Uso de pesticidas: El clima de la región de Arica y Parinacota facilita el desarrollo de plagas agrícolas. Por esta razón la mayoría de los cultivos de la región son tratados con altas dosis de pesticidas, los que claramente representan un riesgo para las especies nectarívoras. De hecho existe una coincidencia temporal importante entre el inicio de la campaña para erradicar la mosca de la fruta al inicio de los 60's y el aparente comienzo de la declinación poblacional del picaflor de Arica.
- La competencia con el picaflor de Cora. En 1971 fue registrado por primera vez en Azapa el picaflor de Cora, una especie peruana que según la última estimación poblacional posee más de 3000 individuos en Chile (Estades y Aguirre 2012). Diversas evidencias indican que el picaflor de Cora puede ser un competidor del picaflor de Arica (Estades et al., 2007, Van Dongen et al. En prensa), por lo que su presencia podría representar un factor adicional de estrés para las poblaciones del picaflor de Arica.

En el año 2010 se reformuló la estrategia para la recuperación del Picaflor de Arica. En esta estrategia se plantea que la recuperación de las poblaciones del picaflor de Arica se deberá basar en el establecimiento de zonas exclusivas para la conservación de la especie, en lo que se ha denominado una red de “microreservas”. Esta red estará conformada por sitios de pequeña extensión (entre 10 a 20 ha) distribuidos en los valles de la región, en zonas bajo los 1.000 msnm, y serán destinadas de forma prioritaria a la protección hábitat de nidificación de la especie (referida como Red de Microreservas). Se espera que esta red permita asegurar un nivel mínimo de reclutamiento para la especie, actuando como “fuentes” poblacionales.

Dentro de las principales acciones a realizar en estas microreservas está la restauración y manejo de la vegetación de importancia para la especie durante el período reproductivo. Dentro de las principales plantas nativas productoras de néctar para la especie se encuentran *Geoffroea decorticans*, *Pluchea chingoyo*, *Trixis cacalioides*, *Waltheria indica*, *Escallonia angustifolia*, entre otras (Estades 2010). Además, el manejo deberá incluir el establecimiento de sitios de nidificación, conformados por bosquetes de especies nativas apropiadas como *Myrica pavonis*, *Schinus molle*, *Haplorus peruvianus* y *Salix humboldtiana*, entre otros.

1.4 ANTECEDENTES SOBRE LA APICULTURA EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

El chañar presenta un gran potencial melífero natural debido a la gran productividad en términos de secreción de néctar para ser transformado a miel, lo que unido a su distribución en zonas xéricas

permitiría obtener un producto singular, que es un atributo deseado en los mercados relacionado con el aroma y sabor (Qualitas Agroconsultores, 2006).

De acuerdo con antecedentes obtenidos de agricultores de la zona y profesionales del Servicio Agrícola y Ganadero de la región, en la década de los 70` existieron varios apiarios en la región con un rendimiento sobre los 60 kg de miel por colmenas. Sin embargo, posterior a la introducción de cultivos intensivos y al aumento del uso masivo de pesticidas en forma aérea para el control de la erradicación de la mosca de la fruta en la región, se generó una gran mortalidad de abejas afectando la productividad de las colmenas de la zona. Posteriormente, en los década de los 90` apareció la varroasis en Chile, lo que generó una gran mortalidad de colmenas a nivel nacional. Al inspeccionar las colmenas del casi único apicultor que existe todavía en la región de Arica y Parinacota, se pudo verificar que están muy infectadas por varroa (*Varroa destructor*) y polillas de la cera (*Galleria mellonella*). Al respecto Huaiquil et al. (2009), indica que no existen estudios apícolas relativos a enfermedades en la Región de Arica y Parinacota. Sólo menciona el trabajo realizado por Matta (1976), quien señala la presencia de *Galleria mellonella* Linnaeus (Lepidoptera, Pyralidae).

Es importante señalar que en este apiario se mantienen todavía algunas colmenas, debido a que todos los años se capturan enjambres de abejas. Esto puede indicar que posiblemente aún existe una gran población de abejas en estado silvestre. Sin embargo, el estancamiento de la apicultura en la región (década de los 70`) no permitió su desarrollo tecnológico y en el manejo sanitario que se requiere actualmente. Esto se pudo constatar al conversar con dos apicultores antiguos de la zona, que no estaban actualizados en el manejo y reconocimiento de las nuevas enfermedades en la apicultura en Chile.

Es también importante señalar que, universidades e institutos de investigación en la región no han desarrollado actividades en el rubro apícola. Además, las estadísticas de los censos, agropecuarios y forestales realizados en los años 1977 y 1997, (Chile INE, 1997) respectivamente, no registran la existencia de apiarios en la región. Todo lo anterior, probablemente ha generado que no se hayan implementado políticas públicas del Ministerio de Agricultura en el rubro apícola, lo que conlleva a una falta de inversiones en la apicultura regional. Sin embargo, en el censo realizado en 2007 (Chile, INE 2007), la región presenta la existencia de muy pocas colmenas, con un número muy reducido (30 colmenas), siendo éstas posiblemente un remanente de algunas colmenas que sobrevivieron a la crisis de la década de los 70`.

Sin embargo, con el mayor control de uso de pesticidas que actualmente presenta la zona y con un buen manejo sanitario apícola sería posible restablecer la apicultura. Adicionalmente, existirían otras zonas en la región que no han estado expuestas al uso extensivo de pesticidas y que por la condiciones ambientales vegetacionales de valor apícola, permitirían el desarrollo de la apicultura local con valor agregado, al producir mieles diferenciadas o con denominación de origen.

En virtud de lo anterior, es posible plantear que las condiciones ambientales y de las características vegetacionales en particular de chañar en la zona permitiría un desarrollo de la apicultura local, combinado las actividades de conservación de la flora y fauna silvestre.

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS DE TRABAJO:

La aplicación de técnicas silviculturales tales como raleos, podas de formación, cortas de mejoramiento y sanitarias, así como la aplicación de enmiendas junto a riego del suelo, incrementará y extenderá la floración de *Geoffroea decorticans*, aumentando la oferta de néctar para aves y abejas.

OBJETIVOS:

General

Aumentar y prolongar la floración de *Geoffroea decorticans* con fines de conservación y producción, mediante técnicas silviculturales.

Específicos

- Determinar preliminarmente la fenología de la flora apícola y ornitófila asociada a las formaciones vegetales de chañar.
- Favorecer las condiciones ambientales para *Eulidia yarrellii* aumentando la disponibilidad de alimento.
- Incentivar la utilización del chañar como un recurso no maderero a través de su aprovechamiento apícola.

3 METODOLOGÍA

Teniendo en consideración los alcances de los diferentes objetivos específicos que persigue este proyecto, la metodología se presenta como sigue a continuación:

OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Determinar preliminarmente la fenología de la flora apícola y ornitófila asociada a las formaciones vegetales de chañar.

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica a unos 40 km al sur de la ciudad de Arica, en la localidad de Chaca, Valle de Vítor, comuna de Arica, Región de Arica y Parinacota. Corresponde a un predio fiscal de una superficie de 7 ha, que ha sido entregado en concesión por el Ministerio de Bienes Nacionales a la Unión de Ornitólogos de Chile (UNORCH) (Estades et al., 2009) (Figura 3.1).

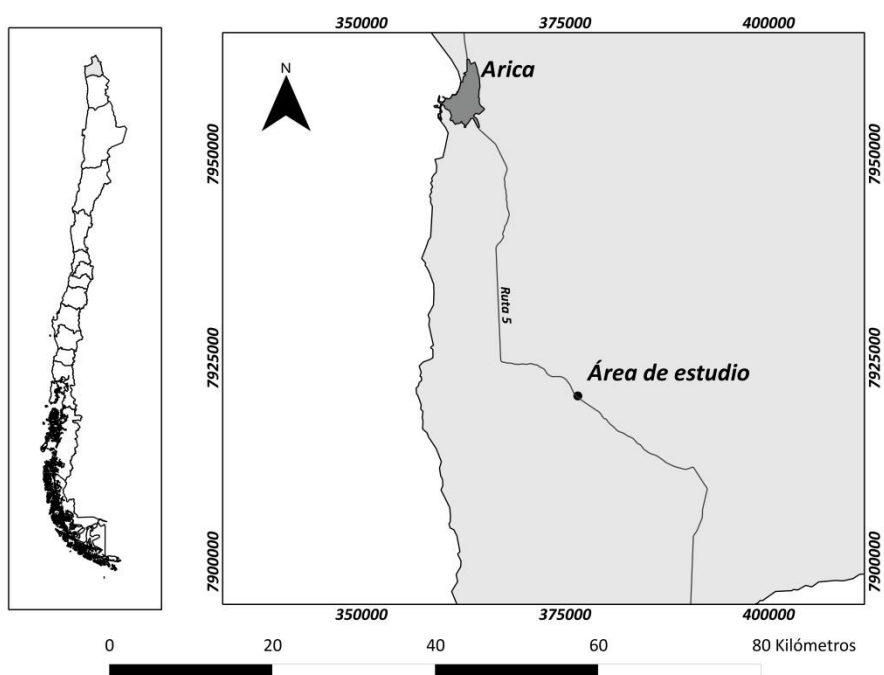


Figura 3.1. Ubicación del área de estudio.

El clima corresponde al Tropical hiper desértico, situación que comprende las áreas bajas costeras e interiores del norte de Chile, entre el límite con Perú y los 27° S, con influencia del termotipo tropical.

Hidrológicamente este valle corresponde a la continuación de la quebrada de Codpa, y es irrigado por cursos de agua cordilleranos, desde el sector de Umirpa a 4500 m.s.n.m. La disponibilidad de agua en este valle se rige por el fenómeno del invierno altiplánico (Lühr, 2011).

Los suelos son delgados, con baja retención de agua, baja fertilidad y alto contenido de sales por lo cual la vegetación presenta tolerancia a la salinidad y la aridez. Aunque Miranda (1997) distingue los valles salados (Lluta), y los valles dulces, tales como Azapa y Chaca, por lo que estos suelos presentarían menores concentraciones de sal en relación a otros valles de la región. Tienen una larga historia de asentamiento humano, siendo el uso principal de la tierra la agricultura. Entre los cultivos presentes en las inmediaciones del área de estudio se tienen: tomates, zapallos, ajo, maíz y frutas como la guayaba, el mango, cítricos (naranjos y limones) y siendo más importantes, los olivos (Estades et al., 2007).

Vegetacionalmente, el área corresponde a la Región del Desierto, Subregión del Desierto Absoluto. De ésta última, se encuentran presentes en el área el Desierto Interior (ubicado desde el límite con Perú hasta los 25° Sur) y el Matorral Ripario de Quebradas y Oasis (presente en toda la Región) (Gajardo, 1994). La vegetación más característica del Desierto Interior corresponde a la asociación de *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spicata* que se presenta en lugares con intervención humana o bajo la influencia de aguas de gran salinidad (Estades et al., 2009). En la Región del Desierto los principales aportes hídricos son de carácter local provenientes de napas freáticas o de aluviones cordilleranos que ocurren de manera ocasional (Gajardo, 1994; Luebert & Pliscoff, 2006). Por esta razón, la mayor parte de la vegetación se desarrolla en valles y quebradas formando el Matorral Ripario de Quebradas y Oasis. La vegetación presente en este ambiente es mayormente de origen antrópico (Estades et al., 2009), lo que junto a los importantes procesos erosivos naturales propios de la zona han dificultado la tarea de establecer la vegetación original, encontrándose en un alto grado de alteración.

Respecto a lo anterior, en el área de estudio es posible identificar como amenazas para la conservación de la vegetación y la vida silvestre, la presencia temporal de ganado ovino los cuales ramonean los brotes de chañar. Por otra parte, se presentan sectores donde se han cortado ramas de chañar para cercos, además de la existencia de algunos individuos de chañar quemados.

Desde el punto de vista de la fauna silvestre, la presencia de guarén (*Rattus norvegicus*), especie introducida de gran agresividad y con la capacidad de alimentarse de aves silvestres y sus huevos, representa una amenaza en los sectores potenciales de nidificación de diversas aves (Estades et al., 2009). En la figura 3.2 se presenta una vista general del área de estudio.



Figura 3.2. Vista general del área de estudio en el valle de Chaca.

3.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y FENOLÓGICA EN LA COMUNIDAD DE CHAÑAR

La caracterización de la composición florística de la comunidad dominada por chañar utilizó como base el listado florístico elaborado con anterioridad para el área de estudio (Estades, et al 2009), el cual fue complementado y revisado. Para esto, en septiembre del 2011 se distribuyeron en forma aleatoria 8 parcelas de 20x20 m, siendo determinado el tamaño de las subparcelas mediante el método de área mínima (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). En éstas se estimó la cobertura de los distintos estratos de la vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo) y se identificaron las especies y su cobertura porcentual, basándose en la escala de Braun-Blanquet modificada (Londo, 1984; Glavac y Hakes, 1996).

Para la caracterización fenológica a nivel de la comunidad vegetal dominada por chañar se realizaron observaciones quincenales para los fenómenos de: foliación, floración y fructificación, para chañar y especies leñosas nativas acompañantes, de interés para el picaflor de Arica y la apicultura. Las observaciones se realizaron en 35 puntos distribuidos aleatoriamente dentro del área de estudio, durante un periodo de 20 meses (marzo 2011 a octubre 2012).

Para la caracterización fenológica a nivel de población se monitoreó semanalmente el desarrollo del estado fenológico de 40 individuos seleccionados aleatoriamente, a lo largo del período de floración de la especie (septiembre-octubre), durante los años 2011 y 2012. De estos individuos se eligió al azar una rama en cada punto cardinal de la copa (4 en total por individuo), la cual se fotografió a escala y se midió su largo. En gabinete, se contaron y clasificaron las flores de cada rama en seis estados de madurez fenológica o fenofases (Figura 3.3). Es importante señalar, que la definición y la segregación de las flores de chañar en estas fenofases relativas tiene como objetivo operacional el demarcar aquellas etapas de desarrollo de interés para la producción de néctar y su consecuente oferta de alimento para el picaflor de Arica y para el desarrollo de una apicultura local.

Para la caracterización fenológica a nivel de la flor, se monitorearon diariamente las fenofases de 156 flores. Para estos fines, las flores colectadas se clasificaron en seis estados de madurez fenológica o fenofases (ver Figura 3.3).

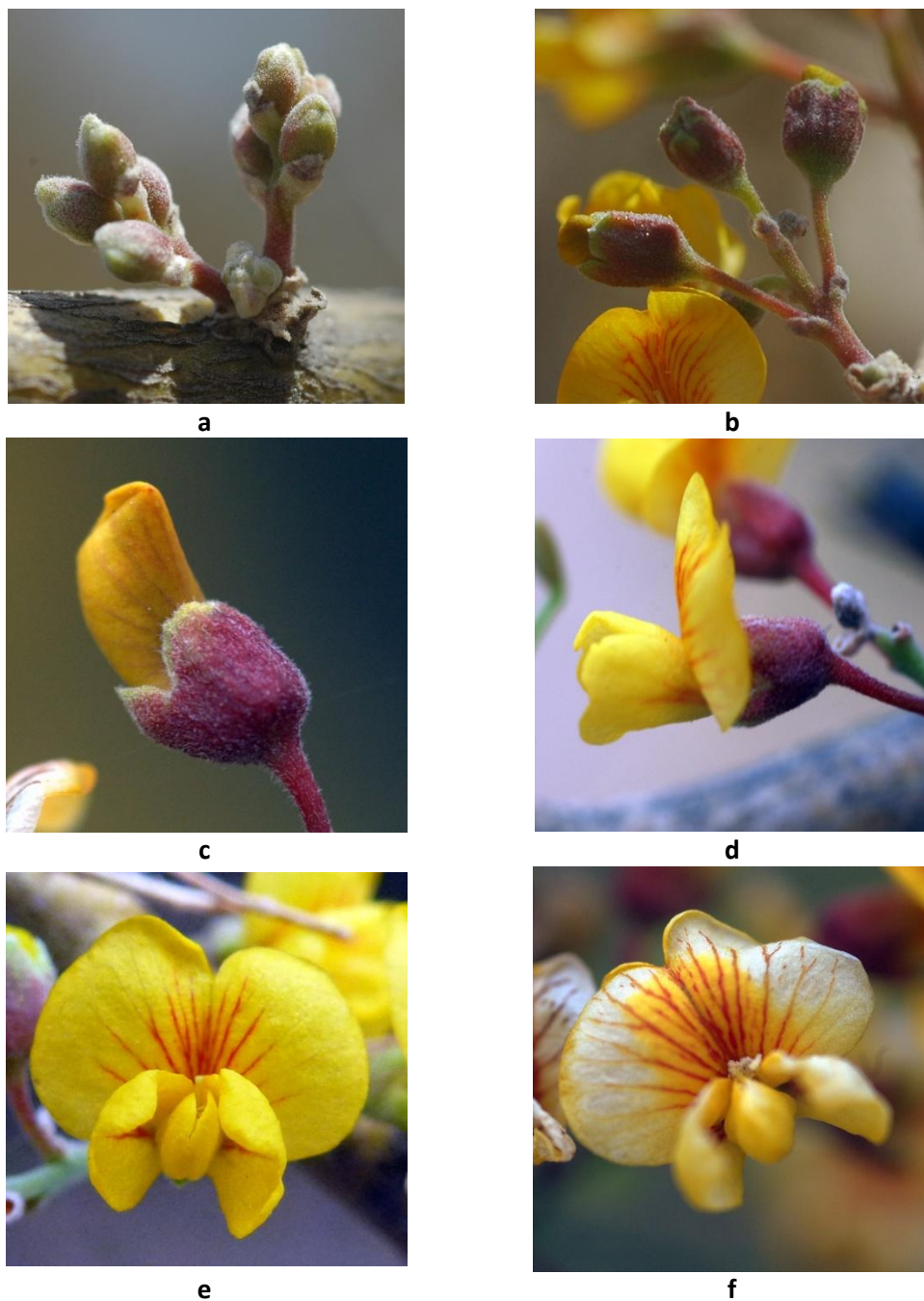


Figura 3.3. Fenofases o estados de madurez relativos de flores de chañar (Fenofases)

a: Fenofase 1: Pre-antesis: Yemas florales en formación. Menores a 5 mm. Cáliz color mayormente verde; **b: Fenofase 2:** Pre-antesis: Yemas florales formadas, mayor a 5 mm. Cáliz color rojo – pardo; **c: Fenofase 3:** Antesis: Emergencia de la corola. Pétalos aún cerrados, pero visibles: estandarte no bien visible, rodeando y protegiendo alas y quilla. Cáliz color rojo – pardo.; **d: Fenofase 4:** Antesis: Corola semi-conspicua. Estandarte abierto y alas comenzando a visualizarse. Estambres no visibles, protegidos bajo la quilla.; **e: Fenofase 5:** Flor Funcional. Corola completamente visible. Guías de néctar visibles. Probable visualización de estambres más externos.; **f: Fenofase 6:** Inicio senescencia: Flor madura. Pétalos marchitos, algunos ya se han perdido (Fuente: Elaboración propia).

OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Favorecer las condiciones ambientales para *Eulidia yarrellii* aumentando la disponibilidad de alimento.

3.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS INTERVENCIONES SILVÍCOLAS SOBRE LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR

3.3.1 Caracterización ambiental del rodal

La caracterización ambiental del rodal, estará orientada hacia aquellas variables que permitan establecer de manera inicial, los requerimientos ecológicos y su incidencia en la producción de flores y néctar del chañar. Se caracterizaron los factores climáticos, geológicos, geomorfológicos, topográficos y edáficos, así como disturbios naturales y antrópicos. En particular, se realizó una descripción morfológica del suelo donde se desarrolla la especie (profundidad de enraizamiento, horizontes diagnósticos, porosidad, pedregosidad superficial y en el perfil, color, drenaje, y régimen de humedad). También se analizaron tamaño de partículas, textura, acidez (pH, H₂O), contenido de carbono orgánico, conductividad eléctrica, nitrógeno total y disponible, P y K disponibles, cationes no ácidos (Ca, Mg, Na y K) y capacidad de intercambio catiónico (CIC). Además, se extrajeron muestras foliares de los individuos para analizar las concentraciones de nutrientes (ver detalle en el Anexo 2).

3.3.2 Caracterización estructural del rodal

La caracterización estructural del rodal comprendió los siguientes atributos: estructura vertical, horizontal y cuantitativa del rodal, así como la regeneración natural. Esta se realizó mediante parcelas dirigidas, de 1/20 ha (20x25 m), registrándose en cada cepa o vástago de chañar (según correspondiera) la siguiente información: diámetro basal (cm), altura de copa (m), altura de fuste libre de ramas (m), altura total (m) y cuatro radios de copa en el sentido de los puntos cardinales (cm). Además, en cada parcela se midió la altura de todas las plantas de regeneración de las especies arbóreas. A partir de esta información se determinó el área basal de la cepa (*gc*), diámetro de la cepa (*dc*), largo de copa (*lc*), y volumen total de copa (*vtc*), que correspondió al volumen de revolución de un cuerpo geométrico. Para esto último, se consideraron las distintas fisonomías que tienen los chañares estableciendo tres formas generales de la copa (cono invertido, esfera y elipsoide).

La forma de cálculo de las variables fue la siguiente:

- Área basal de la cepa (*gc*) (m²) = $\sum_i^n \frac{\pi}{4} \times (dbi)^2$; donde *dbi* = diámetro basal de los vástagos en la cepa (cm).
- Diámetro de la cepa (*dc*) (cm) = $\sqrt{(\sum dbi^2)}$; donde *dbi* = diámetro basal de los vástagos en la cepa (cm).
- Largo de copa (*lc*) (m) = *ht* – *hc*, donde *ht* = altura total del árbol (m) y *hc* = altura de copa (m)

- Volumen total de copa (v_{tc}) (m³) = $\sum_{ri=1}^{n=4} \pi \times \left(\frac{ri^2 \times lc}{3} \right)$ (cono); $\sum_{ri=1}^{n=4} 4\pi \times \left(\frac{ri^2 \times lc}{3} \right)$ (elipse) donde *ri* = radios de copa en el sentido de los puntos cardinales (cm). Para el cálculo de la esfera se usó la función de la elipse, ya que la esfera es un caso particular de elipse.

A partir de la adición y extrapolación de estas variables individuales se determinaron los parámetros a nivel del rodal.

3.3.3 Estimación de la biomasa de los distintos componentes aéreos del chañar

Selección de la muestra

Para estimar la biomasa de los distintos componentes arbóreos se realizó un muestreo destructivo a una muestra aleatoria de 40 árboles, que representan la frecuencia de todas las clases diamétricas de la población. En base a esta información se elaboraron funciones predictoras de biomasa utilizando el método de regresión (Pretzsch, 2009).

En la tabla 3.1 se muestran las frecuencias de los individuos seleccionados.

Tabla 3.1. Frecuencia de árboles seleccionados para la estimación de biomasa.

Clase diamétrica (cm)	Frecuencia
0 –5	29
5 –10	7
>10	4

En cada árbol se midió altura, db (diámetro basal a la altura del tocón, 5 cm aproximadamente) y se separaron sus componentes: fuste, ramas, ramillas (< 1 cm de diámetro) y hojas.

Obtención de pesos secos

Para la obtención del peso seco, las muestras de los distintos componentes del árbol fueron secadas en un horno de aire forzado a una temperatura aproximada de 75° C, hasta alcanzar peso constante. Debido a que el contenido de humedad varía entre los distintos componentes, el secado se realizó por separado. Una vez secas se pesaron en una balanza digital con precisión de 0,1 g. El peso seco total de un individuo de chañar se obtuvo por medio de la adición de los pesos secos estimados para cada componente.

Determinación de las ecuaciones de biomasa

Una vez determinado el peso seco de cada uno de los componentes arbóreos, se procedió a probar distintos modelos de regresión: lineal, alométrico y potencial. Cada uno de estos modelos fue probado para cada componente estudiado, utilizando modelos con una variable predictora (db). Debido a que chañar presenta una estructura de monte bajo conformada por cepas mono o multi fustales (vástagos),

se descartaron aquellos modelos que consideran además la altura como variable independiente, aludiendo a la dificultad para determinar en forma práctica y precisa la altura de cada vástago en la cepa.

Para optar por el mejor modelo se consideró:

- El mayor coeficiente de determinación (R^2)
- El menor error cuadrático medio (ECM%)
- Un análisis de los residuos

La validación de las funciones y sus coeficientes se realizó por medio del método Bootstrap no paramétrico, el cual permite obtener errores estándares e intervalos de confianza aparte del coeficiente de determinación (R^2), permitiendo evaluar la bondad de ajuste del modelo (López-Jaúregui y Elosua, 2004). Las existencias de biomasa aérea por componente y total del rodal fueron calculados utilizando las funciones seleccionadas. Luego, se determinó la biomasa por componente y total para las diferentes clases diamétricas y se expandió a toda la superficie mediante el número total de árboles. Las funciones elaboradas se presentan en el Anexo 3.

3.3.4 Manejo silvícola de la vegetación y tratamientos en el suelo

Con el objeto de aumentar y prolongar la floración de *Geoffroea decorticans*, se realizaron ensayos de raleo, poda de formación, fertilización y riego. Además, en un segundo ensayo independiente, se realizó la liberación de chañar de la competencia de yaro (*Acacia macracantha*). Debido a que chañar presenta una estructura de monte bajo conformada por cepas mono o multi fustales (vástagos), la unidad muestral estuvo conformada por la cepa y sus vástagos (o rebrotes). A cada vástago de la cepa según corresponda se le registró la siguiente información: diámetro basal (cm), altura de copa (m), altura de fuste libre de ramas (m), altura total (m) y cuatro radios de copa en el sentido de los puntos cardinales (cm). Para la estimación del área basal de la cepa (gc), diámetro de la cepa (dc), largo de copa (lc) y el volumen total de copa (vtc), se procedió de igual forma que en el punto 3.3.2.

Los tratamientos aplicados se presentan en el Tabla 3.2.

Tratamientos silvícolas en la vegetación: Se seleccionaron individuos y/o vástagos de raíz o cepas de chañar distribuidos en todo el rango diamétrico del rodal. Estos fueron marcados y sometidos, según sea el caso, a raleos y/o podas de formación. El objetivo de la intervención fue conformar una cepa con copa lo más simétrica posible, eliminar ramas secas, dañadas o muerta y proporcionar espacio para el desarrollo de las ramas con flores. La intensidad de la intervención se determinó mediante el porcentaje de biomasa (peso seco; kg/individuo) extraído de cada cepa intervenida.

Tratamientos en el suelo: En el diseño de estos ensayos se tuvo en consideración los análisis fisicoquímicos de suelos realizados. En particular se consideraron las necesidades nutricionales e hídricas generales de la especie. En el caso del riego se procuró suministrar una lámina de agua suficiente para alcanzar la capacidad de campo en la zona en que se encontraban las raíces de la especie. Para el suministro de agua se utilizó un estanque portátil y mangueras.

Tabla 3.2: Descripción de los ensayos instalados durante 2011.

Ensayos realizados	Tratamiento	Descripción	Nº de Cepas	Período instalación
(1) Manejo, Fertilización y Riego de chañar	T0	Testigo	62	Marzo 2011- Fines de marzo y principios de abril 2011:
	T1	Riego y Fertilización (Aplicación 100 litros de agua por cepa y 40 g Trifosfato simple).	62	Enero 2012
	T2	Raleo y poda de formación con objeto de favorecer el desarrollo de brotes florares.	62	Julio 2011
	T3	T1+T2	62	Fines de marzo 2011, principios de abril y mediados de julio 2011
				Enero 2012
(2) Liberación de chañar de la competencia de Yaro (<i>Acacia macracantha</i>)	T0	Testigo	31	Julio 2011
	T1	Raleo y poda de individuos de Yaro con objeto de liberar la copa de chañar	31	Julio 2011

3.3.5 Estimación de la floración y producción de néctar

Para el estudio de la floración y producción de néctar, en primer lugar se determinó el inicio y el término del período de floración, para determinar en qué época está disponible el néctar, así como los horarios en que son visitadas las flores por los picaflores y las abejas.

Para estimar el número de flores en los individuos de los tratamientos se dividió el volumen de la copa en 4 cuadrantes (norte, este, sur y oeste), calculado según su forma en el punto 3.3.2 y a su vez cada uno de éstos se subdividió en 3 subcuadrantes (tercio superior, medio e inferior de la copa), obteniéndose un total de 12 subcuadrantes de un volumen variable. En cada subcuadrante se estimó el número de flores mediante un cubo de 0,0156 m³ (25x25x25 cm), el cual se ubicó en forma aleatoria, procurando abarcar toda la extensión de la copa (Figura 3.4). El número de flores por subcuadrante se estimó expandiendo el número de flores de cada cuadrantes (Nº flores/m³) al volumen de copa (m³) correspondiente a cada subcuadrante. El número total de flores por individuo (NF) se obtuvo por la adición del número de flores estimadas a cada uno de los 12 subcuadrantes.

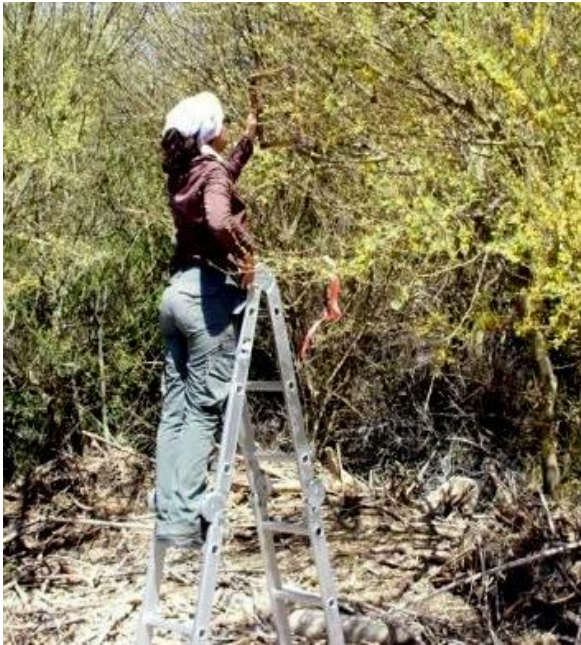


Figura 3.4. Estimación del número de flores por individuo en individuos de chañar. Quebrada de Chaca. Región de Arica y Parinacota. Septiembre 2011



Figura 3.5. Extracción de néctar de flores de chañar. Quebrada de Chaca. Región de Arica y Parinacota. Septiembre 2012

Todas las mediciones se llevaron a cabo cuando la población de chañares se encontró en alrededor de un 50% de floración, lo que se determinó visualmente.

Para establecer la cantidad de néctar secretado por flor durante el período de floración (septiembre) se colectaron anualmente en forma aleatoria ramas con flores ubicadas en los subcuadrantes muestreados ($n= 1.825$ y 753 flores en 2011 y 2012 respectivamente).

El néctar se colectó durante el horario de visita de las abejas (10 a 12 hrs), determinado anteriormente (Figura 3.5). Esta medición se realizó desde el inicio de la anthesis hasta el cese de la secreción de néctar por la flor, definido por el término de las visitas de los picaflores y/o las abejas. Las flores fueron colectadas a lo largo de las seis fenofases definidas anteriormente (ver Figura 3.3). A cada flor se les registró el período de medición (fecha; hora), temperatura ambiente y la cantidad de néctar secretado por los nectarios florales (μl). Para extraer y medir la cantidad de néctar por flor se usaron microcapilares de 0,5 y 1 μl .

Para evitar que el néctar fuera removido por insectos y/o aves, el día previo de la medición respectiva la rama con flores fue protegida con gasa o malla. Esto permitió que dichas flores no pudieran ser libadas o polinizadas antes de las mediciones y así no subestimar la producción de néctar.

Una vez recolectado el néctar de cada flor, se determinó la concentración de azúcares ($^{\circ}\text{Brix}$) usando un refractómetro manual. En muchos casos, debido al pequeño volumen de néctar extraído, las muestras de néctar debieron ser diluidas con agua destilada.

La cantidad de néctar por individuo o cepa se obtuvo multiplicando el número de flores por individuo (obtenida por la sumatoria de las flores en los cuadrantes) por la cantidad media total de néctar secretado por flor durante el período de secreción determinado. Este se calculó en base a la duración (días) de las fases fenológicas que produjeron néctar determinadas en el Capítulo 3.2.

3.3.6 Desarrollo de protocolos de manejo silvícola

Con base en las mediciones y análisis realizados anualmente se proponen esquemas silvícolas y de enmiendas para incrementar y extender la floración del chañar con objetivos de conservación de avifauna silvestre y producción apícola.

3.4 EVALUACIÓN DEL EFECTO SOBRE LOS NECTARÍVOROS

3.4.1 Estudio de frecuencia de visitas de picaflores

Para evaluar la respuesta de los picaflores a los tratamientos inicialmente se planteó la realización de un estudio de frecuencia de visitas a los árboles considerados en los experimentos previos. Sin embargo, debido a la gran cantidad de árboles en floración presentes en el área y a la baja cantidad de picaflores existentes, la tasa efectiva promedio de visita por árbol es extremadamente baja (e.g. puede no registrarse ninguna visita en varias horas de observación). Por esta razón, se decidió no proseguir con este análisis.

3.4.2 Evaluación de la nidificación

Durante el segundo año se realizó una evaluación de la nidificación del picaflor de Arica en el área de estudio. Para este fin, al inicio del período reproductivo (fines de agosto) se comenzaron las prospecciones en busca de hembras. Al encontrarse un nido, éste se visitó con una frecuencia semanal para evaluar su desarrollo.

Debido a que sólo se registró un nido activo, no se realizaron cálculos formales de éxito reproductivo.

3.4.3 Evaluación de la abundancia de picaflores en el área de estudio

En paralelo al monitoreo de la actividad fenológica de las plantas, en el área de estudio se llevó a cabo un monitoreo de la población de picaflor de Arica. Para este fin, se seleccionaron 10 puntos de muestreo permanentes en los cuales se realizaron conteos puntuales de radio fijo (Bibby et al. 1992), de 30 m de radio. Las observaciones se realizaron durante un período de 3 min por estación de conteo y sólo se registraron las aves que, aparentemente, se encontraban en el círculo muestreado al principio del período de conteo. Además se registraron los individuos observados fuera del radio de 30 m, con el fin de usar esa información para realizar una corrección por detectabilidad.

Todos los conteos fueron realizados en la mañana y por el mismo observador (Javiera Pantoja).

OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Incentivar la utilización del chañar como un recurso no maderero a través de su aprovechamiento apícola.

3.5 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL APÍCOLA DEL CHAÑAR

3.5.1 Análisis de atractibilidad para la abeja (*Apis mellifera*)

Para evaluar la atractibilidad de las abejas respecto al chañar, se realizó un estudio de frecuencia de visitas a las flores de chañar. Para ello, durante 2011 y 2012, se muestrearon 22 individuos en flor que representaban sobre un 50% de floración de la población. Este análisis se realizó en el período en que la población total de chañares se encontraba sobre un 30% en floración, esto con el fin de asegurarse que la especie ejerciera suficiente efecto de atracción sobre las abejas.

La presencia de abejas pecoreando en las flores se sincronizó con el período de secreción de néctar determinado para la especie, que fue entre las 10 a 12 hrs. La cuantificación de visitas de las abejas se realizó con la ayuda de un cuadrado de 0,5 m x 0,5 m, de manera de cubrir una superficie floral de 0,25m², durante un minuto, por árbol, obteniéndose así el número de abejas/minuto/0,25m² de superficie floral accesible de chañar. Adicionalmente, para asegurar la presencia de abejas pecoreadoras, se instalaron dos colmenas al inicio de la temporada de floración del chañar y dentro de un radio máximo de 100 metros respecto de estas colmenas fueron seleccionados los árboles muestreados.

3.5.2 Determinación del valor apícola del chañar

El conocimiento de la valoración apícola del chañar es fundamental para la gestión apícola de un predio y/o un área determinada, ya que define la alternativa productiva del apicultor (miel, cera, polen, jalea real, propóleos, etc.) y las restricciones existentes para su producción. Por otro lado, permite establecer pautas de manejo de los apiarios (alimentación suplementaria, reproducción y manejo productivo, etc.), de manera de optimizar el uso de los recursos de una determinada área.

En la valoración de la aptitud apícola del chañar se utilizaron los criterios para evaluar las especie de aptitud apícola desarrollados por Cruz, et al. (2010). Esto criterios se apoyan en las características biológicas, ambientales y de abundancia de la especie en las formaciones vegetacionales naturales (ver descripción botánica y ecológica de la especie en Anexo 4). Esta valoración se basa en una asignación de puntos de acuerdo a los siguientes atributos de la especie: calidad de los productos, disponibilidad de la especie, accesibilidad de la flor, duración de la floración, tolerancia ecológica y Oportunidad de la floración de la especie respecto a otras especies de la comunidad. El detalle de los criterios, su valoración y puntajes se detallan en el Anexo 5.

3.5.3 Determinación de la calidad de la miel de chañar

Preparación, instalación y manejo de colmenas

Se visitaron apicultores locales para la preparación y utilización de colmenas en los ensayos de frecuencia de visitas. Estas fueron revisadas y evaluadas para su utilización en el ensayo, y sometidas a tratamientos sanitarios dirigidos al control de la varroasis (*Varroa destructor*). Así mismo, y siguiendo un

tratamiento de fortalecimiento se realizó alimentación suplementaria utilizando fructosa en el período invernal (inicio).

Además, se reemplazaron los marcos viejos con marcos nuevos con cera de abeja estampada, para ser utilizadas posteriormente en las alzas desde donde se obtuvieron las muestras de miel. Adicionalmente, se introdujeron reinas jóvenes en las colmenas para asegurar las suficientes abejas para la producción de núcleos. Esto fue con el objeto de contar con cinco colmenas fuertes para obtener de ellas dos núcleos nuevos, los que se llevaron a los ensayos en campo, en el período de floración del chañar (septiembre-octubre) durante las dos temporadas de evaluación.

Obtención de la muestras de miel

Para obtener las muestras de miel de las colmenas instaladas en el área de estudio, se procedió en cada una de las temporadas (2011 y 2012) a identificar y marcar (sobre sus cabezales) dos marcos por cada una de las alzas de cada colmena. Se seleccionaron marcos que se encontraran sin néctar o miel. Esta actividad se realizó al comienzo de la floración del chañar, con la finalidad de poder extraer, al final de la floración, los marcos seleccionados de las alzas, a partir de las cuales se obtuvieron las muestras de miel respectivas. Una vez finalizada la floración se extrajeron dichos marcos asegurándose que se encontraran al menos en un 75% operculados. Esto permitió que las muestras obtenidas de miel de las colmenas, fuesen principalmente procedente del néctar del chañar.

La extracción de la miel de los marcos se realizó rompiendo el panal para ser filtrado manualmente a través de una malla fina, con la finalidad de separar la miel de la cera; posteriormente se dejó decantar por 48 hr, para facilitar su limpieza de posibles impurezas, luego fue envasada en frascos de vidrio nuevos de 250 gr. cada uno. Finalmente fueron enviadas a los laboratorios (Exportadora de miel JPM Ltda; ANALAB CHILE S.A.), para sus respectivos análisis.

Análisis cualitativo de la miel producida

Para estimar la calidad de la miel de chañar se midieron algunos parámetros físicos y químicos, que son utilizados para evaluar la calidad de las mieles, de acuerdo a valores establecidos internacionalmente por el *Codex Alimentarius* (FAO –WHO, 2001) y nacionalmente por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (RSA) (CHILE – MINSAL, 2004). Algunos de estos parámetros, junto con entregar información de calidad también son utilizados para establecer características específicas siguiendo exigencias de exportación de la Comunidad Europea. Debido a que en la Unión europea (UE) se realizan los principales análisis de calidad y certificación, las muestras fueron enviadas a Alemania, siendo sometidas a análisis de antibióticos, OGM y PAs. Por otro lado, debido a la presencia de cultivos intensivo en el área de influencia del proyecto, los cuales utilizan gran cantidad de pesticidas, se efectuaron análisis de ingredientes activos de los principales pesticidas utilizados en la agricultura. De esta manera se evaluó si dicha actividad podría generar alguna contaminación al néctar de las especies melíferas que las abejas recolectan.

En síntesis, los parámetros que se contemplaron para las muestras de miel obtenidas en este estudio fueron humedad, hidroximetilfurfural (HMF), color, presencia de antibióticos y pólenes de organismos genéticamente modificados (OMG); alcaloides prohibidos Pyrrolizidine (PAs) y los principales pesticidas usados en la agricultura local.

3.5.4 Estimación de la producción potencial de miel de bosque de chañar

La determinación del potencial de producción de miel de chañar se basó en la información obtenida desde la caracterización estructural del rodal (Capítulo 3.3.2) y desde la estimación de la floración y producción de néctar (Capítulo 3.3.5). La cantidad potencial de miel producida (Pm) por individuo se obtuvo mediante el modelo desarrollado por Gallardo (1993), basado en los enunciados de Rallo (1986) y Gojmerac (1984). Este modelo está representado por una ecuación lineal y es la siguiente:

$$Pm = Qn * NF * C * k$$

Dónde:

- Pm = Producción potencial de miel por individuo (g)
- Qn = Producción de néctar por flor durante su período de secreción (μ l)
- NF = Cantidad de flores por individuo
- C = Concentración de néctar ($^{\circ}$ Brix) en 1/100
- k = Constante (0,0017)

La constante k permite transformar las unidades de la ecuación que están expresadas en volumen de néctar a gramos de miel. Según Gallardo (1993), para establecer esta constante se considera que la miel presenta un 82% de sólidos solubles, principalmente azúcares con un 18% de humedad. La fracción 100/82, cuyo numerador representa al volumen total de miel, corresponde a la cantidad de sólidos solubles contenidos en la miel y al multiplicarlo por su densidad ($1,4 \text{ g/cm}^3$) (Jean-Prost, 1985; citado por Gallardo 1993), se obtiene el valor de la constante (1,7), la cual al ser expresada en gramos resulta igual a 0,0017.

4 RESULTADOS

Con objeto de ilustrar el logro de los diferentes objetivos específicos que persigue este proyecto, los resultados se presentan en relación a cada uno de ellos, en orden correlativo:

OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Determinar preliminarmente la fenología de la flora apícola y ornitófila asociada a las formaciones vegetales de chañar.

4.1 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y FENOLÓGICA EN LA COMUNIDAD DE CHAÑAR

4.1.1 Plantas vasculares asociadas a la comunidad de chañar

Representatividad taxonómica

El total de especies de flora vascular registradas en el área de estudio asciende a 45 especies de plantas vasculares, distribuidas en 23 familias y 37 géneros (Tabla 4.1). El listado completo de especies se presenta en el Anexo 1.

Tabla 4.1. Número de familias, géneros y especies en el área de estudio

Nivel taxonómico	Cantidad
Familias	23
Géneros	37
Especies	44

Del total de especies de la flora vascular presente en las comunidades, una pertenece a la División Pteridophyta, y 44 corresponden a la División Magnoliophytas o Angiospermae, siendo la más abundante las Magnoliopsida o Dicotiledoneae (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Número de especies según División y Clase en el área de estudio

División	Clase	Nº Especies
MAGNOLIOPHYTA	Magnoliopsida	36
	Liliopsida	8
PTERIDOPHYTA	Equisetopsida	1
TOTAL ESPECIES		45

Las familias con mayor diversidad de géneros y especies (>3 especies) corresponden a Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae las que en conjunto representan 47,7 % del total de especies observadas.

Origen geográfico

Respecto al origen geográfico de las especies, se destaca el escaso número de plantas alóctonas. Las especies autóctonas o nativos (28) son mayoritarias y conforman el 62.2 % del total de plantas observadas. De éstas, 14 son exclusivas de Sudamérica. No se observan especies endémicas. (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Número de especies según origen geográfico en el área de estudio

Origen geográfico (*)	N° Especies
Endémicas	0
Autóctonas	28
Alóctonas	10
Sin clasificar	7
Total	45

(*) **Endémicas:** Sólo crecen en Chile; **Autóctonas:** Crecen en Chile y en países vecinos (i.e. Argentina, Perú, Bolivia); **Alóctonas:** especies exóticas introducidas voluntaria o involuntariamente a Chile.

Formas de crecimiento

La forma de crecimiento vital o biotipo es una forma de desarrollo que manifiesta adaptaciones ecológicas y se fundamenta en las características de las partes aéreas de las plantas y en la duración de la vida de las mismas. Las especies asociadas a comunidades de chañar son mayoritariamente arbustos y hierbas, las cuales en conjunto representan el 80 % de la flora presente en el área de estudio. Le siguen en orden de importancia los árboles con el 17,8 %. En contraste, las suculentas son la forma de crecimiento menos representada (Figura 4.1).

Especies en categoría de conservación

De las 45 especies presentes en el área de estudio, 3 se encuentran en categoría de conservación, siendo vulnerables *Prosopiss trombulifera* y *Myricapavonis*, y rara *Equisetum giganteum* (Anexo 1).

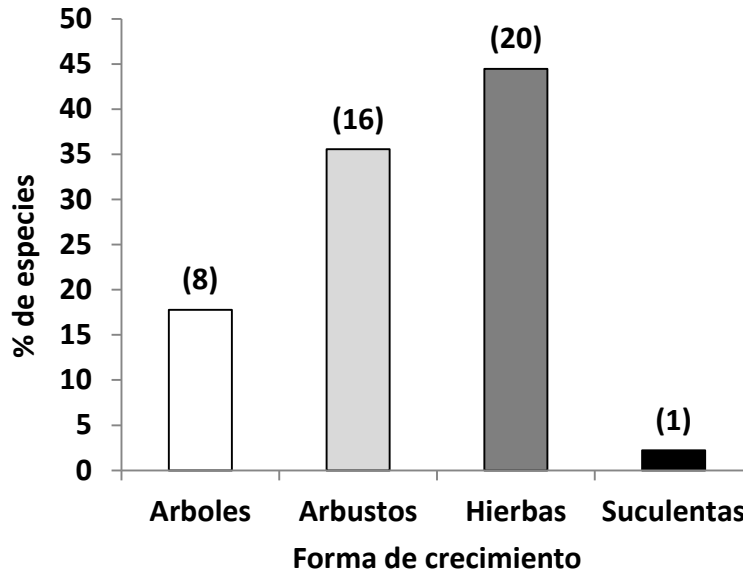


Figura 4.1. Frecuencia de las especies de flora en el área de estudio, según forma de crecimiento (En paréntesis, y sobre las barras se indica el Nº de especies).

4.1.2 Fenología de las comunidades dominadas por chañar

Fenología a nivel de comunidad

El período de floración del chañar y consecuente producción de néctar se concentra en los meses de septiembre y octubre (> 50% de los individuos en floración). Sin embargo, unos pocos individuos presentan floraciones con muy pequeñas cantidades de flores gran parte del año. Durante este *peak*, de floración del chañar casi ninguna otra especie de la comunidad está en floración o si esta su porcentaje es bajo. De la vegetación acompañante (Figura 4.2), las especies *Baccharis angustifolia*, *Baccharis scandens* concentran su floración en 2 meses (> 50% individuos en floración) al año. Estas especies por ser dioicas, producen polen (individuos masculinos) y néctar (individuos femeninos). *Tessaria absinthioides* y *Pluchea chingoyo* (ambas productoras de néctar y polen), presentan períodos intensos de floración (>50% de los individuos en floración) que no superan los 3 meses al año. *Acacia macracantha* es una especie interesante por su producción de polen y presenta períodos intensos de floración más prolongados, alcanzando entre 3 a 5 meses. *Schinus molle* presenta floración casi todo el año, produciendo polen y néctar. *Salix humboldtiana* (produce polen y néctar) presenta períodos intensos de floración (>50% de los individuos en floración) cortos (Tabla 4.4). Respecto de este última es importante señalar que solo se tiene información para el año 2011, ya que por su hábito de crecer al borde de quebradas, los individuos muestra fueron arrancados por las crecidas estivales de 2012. Sin embargo, también fue posible observar individuos en floración en septiembre del 2012.

La floración de chañar y la consecuente producción de néctar y polen son concentradas, originando un período aproximado de seis semanas de alta disponibilidad de alimento para la vida silvestre. Sin

Fenología a nivel de la población de chañar

La fenología a nivel de la población de chañar en el área de estudio y su relación con variables ambientales se presenta en la Figura 4.3. No se tiene información detallada (diaria y mensual) sobre los caudales sólo para el año 2012, lo que impide hacer una comparación sobre el efecto de los caudales producto del invierno altiplánico sobre la fenología del chañar. Sin embargo, se presentan la información de la estaciones de Azapa medio (391 m.s.n.m.) y Putre-Socoroma (3.074 m.s.n.m.) (Figura 4.3 arriba), con el objeto de ilustrar, que la disponibilidad de agua en el período estival de este valle está relacionada con las precipitaciones que se originan en la precordillera a mayor altitud debido al fenómeno del invierno altiplánico (Lühr, 2011). Dado que chañar es una especie freatófita, las precipitaciones estivales recargarían las napas freáticas de donde esta especie, durante el período de floración, es capaz de extraer agua para sus procesos fisiológicos.

En la figura 4.3 (abajo) se observa que la floración principal se extiende entre agosto y noviembre, advirtiéndose que la floración del año 2011 fue algo más extendida que la del año 2012. Durante la floración gran parte de los individuos permanecen sin hojas o persisten en ellos algunas hojas senescentes (amarillas) sin capacidad fotosintética aparente. Desfasado en el tiempo, a la floración se sobrepone la etapa fenológica de fructificación, la cual tiene su máxima expresión en los meses de octubre noviembre y diciembre.

Si bien el período de floración del chañar se concentra en el mes de septiembre, ésta se inicia con unos pocos individuos en julio (2011) o agosto (2012) y se prolonga en forma esporádica con unos pocos individuos con pequeñas cantidades de flores hasta marzo. El inicio de la floración coincide con el período con más bajas temperatura y una mayor humedad relativa del aire (Figura 4.3 centro).

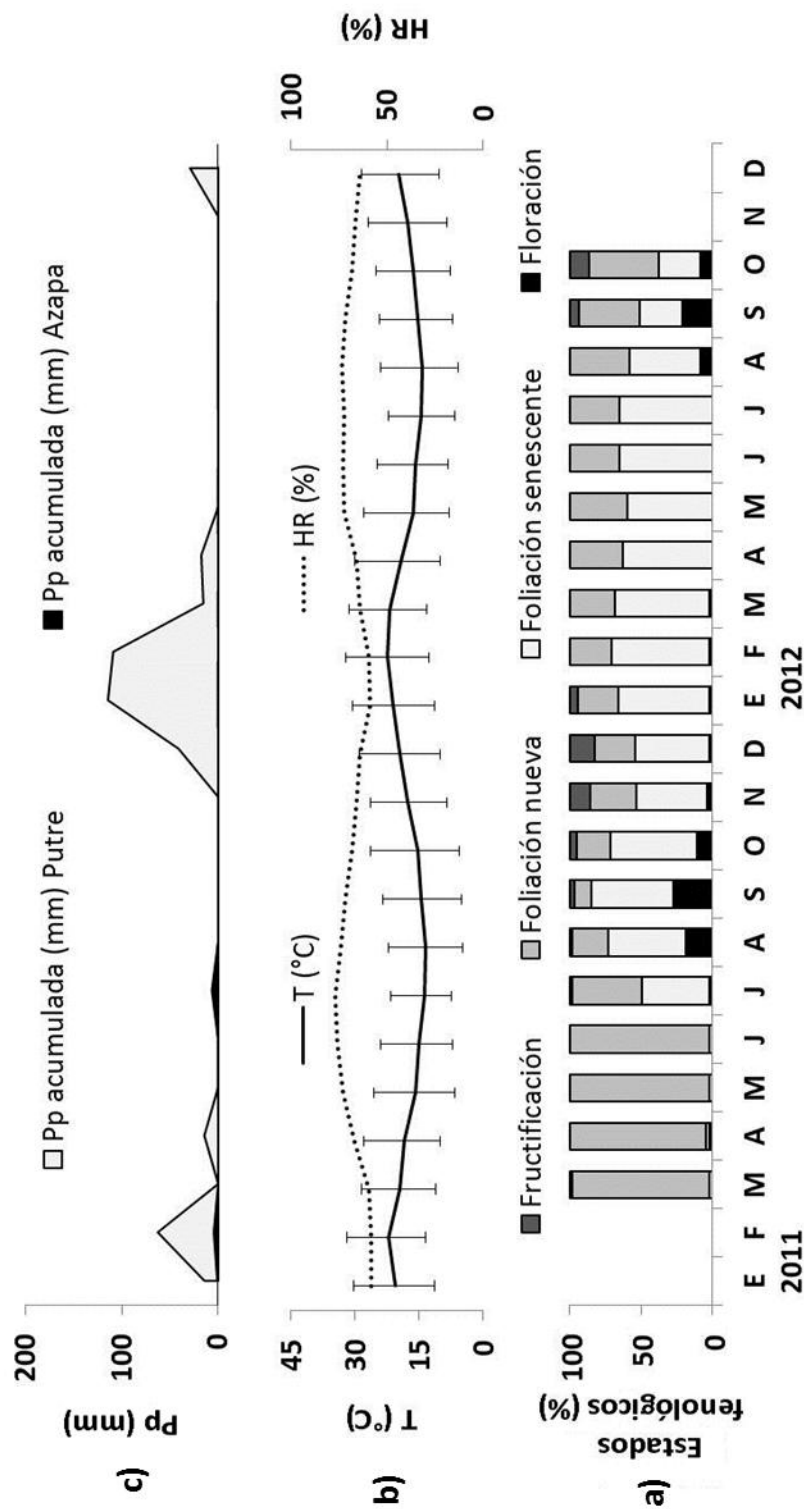


Figura 4.3. Fenología floral de la población de chañar para los años 2011 y 2012 y su relación con variables ambientales. a: Proporción de individuos durante los distintos estadios, foliación (nueva y senescente), floración y fructificación. b: Detalle fenología de floración de chañar, proporción de individuos que se encuentran entre 0-25%, 25-50% y con más de un 50% de la copa florecida. c: En línea continua temperatura media mensual (°C), en barras superiores e inferiores, temperaturas máximas (°C) y mínimas (°C) respectivamente y en línea punteada humedad relativa (%). d: Precipitación media acumulada (mm) en Azapa medio (391 msnm) y Putre-Socoroma (3.074 msnm).

Al analizar el comportamiento de los individuos de chañar respecto a la periodicidad de su floración se observa que existe una variabilidad interanual (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Variabilidad interanual de la floración

Período de floración en individuos	Nº	%
Sin floración año 2011 y 2012	90	29,0
Individuos sólo con floración año 2011	25	8,1
Individuos sólo con floración año 2012	40	12,9
Individuos con floración año 2011 y 2012	155	50,0
Total	310	100,0

De la Tabla 4.5 se desprende que la mitad de los individuos florecieron los dos años de observación, pero casi un tercio no florecieron en el mismo período. Por otro lado, existe un bajo porcentaje de individuos que florecieron sólo un año, durante el período de observación.

Por otro lado, al correlacionar la cantidad de flores/individuo producidas para cada año, se observa que esta es baja aunque significativa ($p < 0,05$) (Figura 4.4; izq.) Para no incluir el tamaño de los individuos en el análisis también se comparó el Nº de flores por m^3 de copa para los mismos años, obteniendo una correlación aún más baja (Figura 4.4; der.).

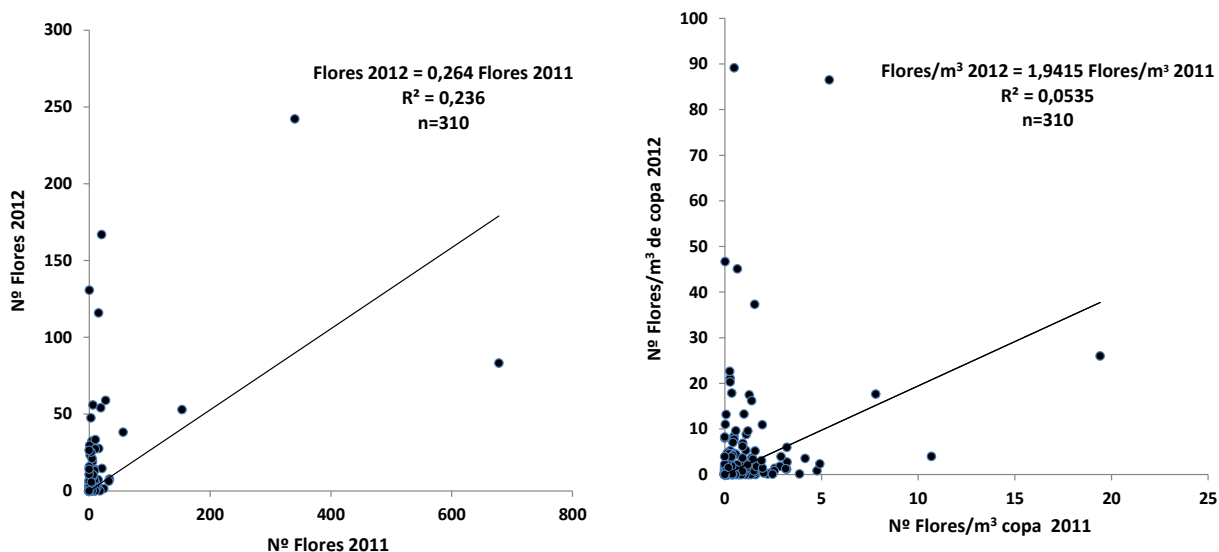


Figura 4.4. Correlación entre la cantidad de flores producidas por individuo entre los años 2011 y 2012 (izq.) y entre el Nº de flores/ m^3 de copa de los individuos (der.) para los mismos años.

Esto indicaría que la producción interanual de flores/individuo, sólo en una baja proporción, puede explicarse por la producción del año anterior, respondiendo este fenómeno fenológico a otros factores. Esta variabilidad característica de algunas especies leñosas tiene una gran influencia sobre la estimación de la oferta de néctar para la vida silvestre y en la estimación de la producción potencial anual de miel. Así para mejorar estas estimaciones y acercarse al valor real de la producción de néctar y miel es

necesario recabar información climática en distintos sitios, en varias temporadas y por varios años, con el objeto de tener información sobre la estacionalidad y cantidad de la floración.

Sin embargo, al analizar el tamaño de los individuos y el porcentaje de floración anual, se observó que existe una relación positiva entre ambas variables (Figura 4.5). Así, la mayor proporción de la floración se presenta en individuos de mayor tamaño (≥ 1 metro de altura y 7,5 cm de diámetro basal). Igualmente, aunque menos acentuada, se presenta similar relación en la cantidad de flores que éstos producen entre los años estudiados.

De manera análoga en individuos de poca altura (< 1 metro de altura) no se observaron flores y en cepas de chañar con diámetros basales pequeños (< 5 cm) su cantidad fue ínfima. Esta situación podría significar que hay una diferencia en la asignación de recursos, dependiendo de la fase de desarrollo del individuo. Esta relación tiene relevancia para efectos de delinear la estructura objetivo de los bosques de chañar y los tratamientos silvícolas requeridos de manera de suplir las necesidades de alimento para la conservación del picaflo de Arica y la producción apícola local.

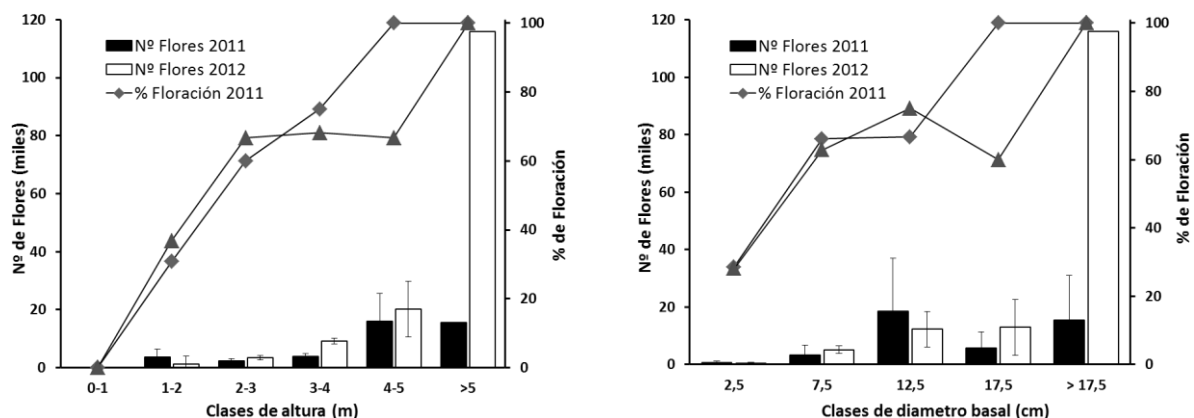


Figura 4.5. Cantidad de flores y porcentaje de floración según clase de altura (izquierda) y clase de diámetro basal (derecha) de los individuos de chañar. Barras sobre las columnas indican el error típico (n_{2011} y $n_{2012} = 106$).

Al considerar las fenofases florales de los individuos de la población se advierte que el período total de floración (30 a 50 días) se reduce aproximadamente a una semana para ambos años (3^{ra} semana de septiembre), si sólo se considera las fenofases en antesis (F3, F4 y F5) cuando estas en forma conjunta representan una proporción superior al 50% de todas las fenofases (Figura 4.6).

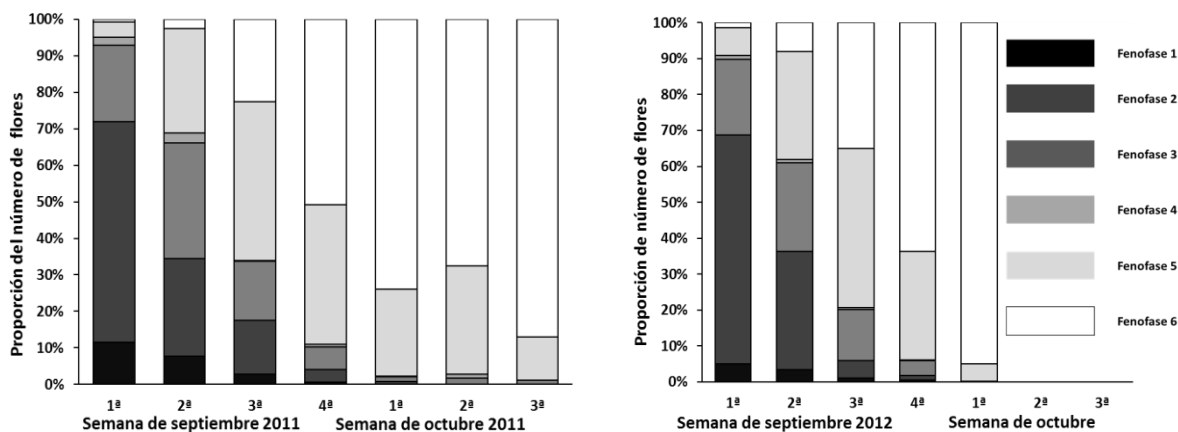


Figura 4.6. Proporción de Fenofases florales de chañar para los años 2011 y 2012. Proporción de fenofases establecida en base a Nº de flores /por cm lineal de ramas de una muestra aleatoria de individuos ($n_{2011} = 39$ individuos; $n_{2012} = 29$). Fenofases de chañar determinadas según Figura 3.2.

Fenología a nivel de la flor de chañar

Considerando los años 2011 y 2012, la longevidad total de la flor alcanza un promedio 21,4 días, sin embargo, presenta sólo 6 a 7 días de longevidad floral en antesis (Figura 4.7).

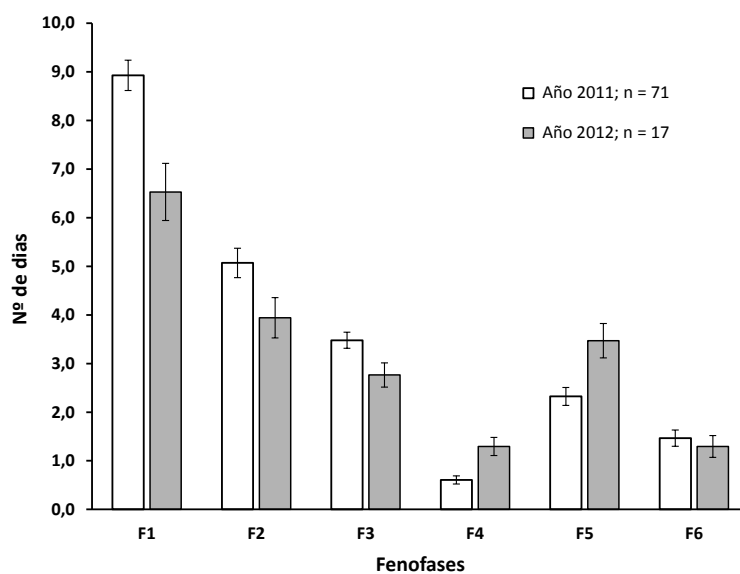


Figura 4.7. Duración promedio de las fenofases de flores de chañar para los años 2011 y 2012. Barras sobre las columnas indican promedio y error típico respectivamente. Fenofases determinadas según Figura 3.2.

El período floral en antesis (F3 a F5) fue algo más largo para el año 2012 que para el 2011, sin embargo no se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos años. La fenofase 4 puede ocurrir en

menos de un día. El corto período floral en anthesis contrasta con la extensión de la floración a nivel de población (35 a 50 días), lo que estaría indicando que existe un *peak* concentrado de alta disponibilidad de alimento para el picaflor y las abejas, situación que podría condicionar la ecología de la especie y el manejo anual de los apiarios. Como se mencionó anteriormente, esta situación podría ser subsanada por la disponibilidad constante de alimento a través del año que brindarían las otras especies de la comunidad de chañar.

Para visualizar la evolución temporal de las fenofases florales en la población de chañar se presenta un esquema de su desarrollo durante el mes de septiembre de 2011 y 2012 (Figura 4.8).

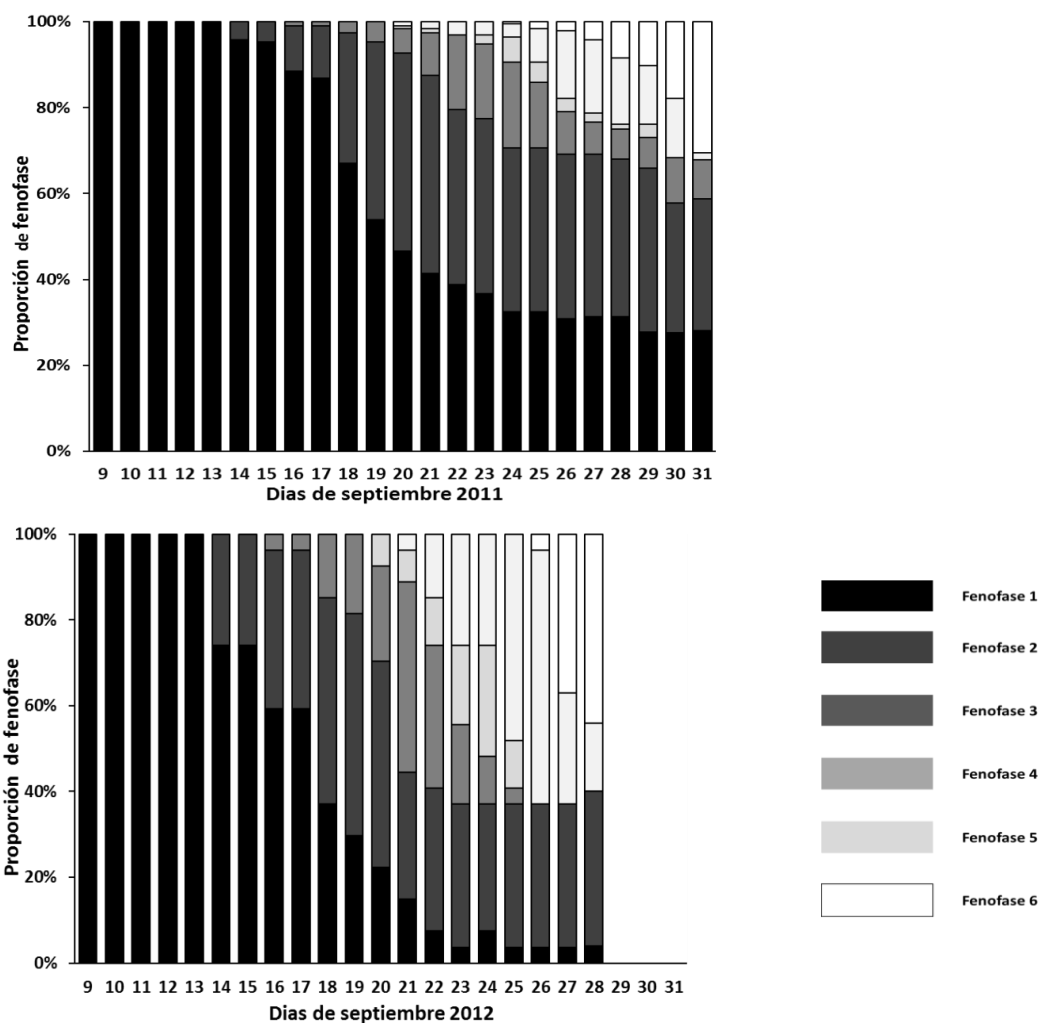


Figura 4.8. Evolución temporal de las fenofases florales en la población de chañar durante el período de floración, para los años 2011 (arriba) y 2012 (abajo). Proporción de las fenofases establecida en base a una muestra aleatoria de flores ($n_{2011} = 191$; $n_{2012} = 27$). Fenofases de chañar determinadas según Figura 3,2.

Las flores evolucionaron desde una fenofase en pre-antesis con yemas florales en formación a una con una flor madura (presentando los primeros signos de senescencia: Fenofase F6), en un período promedio de 23 y 20 días, para el año 2011 y 2012, respectivamente. Sin embargo, una alta proporción de las flores (52,6 a 56,3%) permaneció en estado de pre-antesis con yemas florales en formación (Fenofases 1 y 2) durante todo el período de observación; en el año 2011 esta situación estuvo balanceada entre la fenofases 1 (27,0%) y la fenofase 2 (29%). Por el contrario, en el año 2012 la mayor proporción de yemas alcanzó la fenofase 2 (47,4%), permaneciendo hasta el fin del período de observación en este estado. Si bien parte de estas flores abortan y caen después de un tiempo, otro porcentaje permanece en el árbol por largo tiempo. Observaciones de campo indicarían que algunas de éstas pueden reactivarse pasada la floración principal, entre enero y febrero cuando se producen los mayores caudales de las quebradas (invierno altiplánico), produciendo una floración muy baja en algunos individuos.

Es importante señalar que estas observaciones corresponden a una localidad en particular y a años específicos, razón por la cual sólo indican tendencias y no deben generalizarse. Sólo observaciones sistemáticas en distintos sitios, en varias temporadas y por varios años, permitirán comprender mejor las estacionalidad y características de la floración del chañar.

OBJETIVO ESPECIFICO 2: Favorecer las condiciones ambientales para *Eulidia yarrellii* aumentando la disponibilidad de alimento.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE CHAÑAR

4.2.1 Caracterización ambiental (edáfica)

El análisis de los suelos realizado muestra que éstos son de origen aluvial, ligeramente profundo, ocupando posición en terraza fluvial. Se desarrollan en terrenos planos y con escasa pendiente 0-7% en fondos de valle y terrazas aluviales. Son de textura franco arenosa, de color pardo en el matiz 2,5YR en superficie, y 10YR en profundidad con textura franca, bien drenados, con pedregosidad superficial moderada (10%) y afloramientos rocosos nulos. Presenta horizontes 2C y 3C depositacionales antiguos de origen fluviales, a partir de los 54 y 100 cm respectivamente. Son alcalinos, pobres en materia orgánica, aunque pueden presentar mayores acumulaciones en sectores cubiertos con vegetación. En el Anexo 2 se presenta una descripción general del perfil de suelos con sus características físico-químicas.

4.2.2 Caracterización estructural del bosque estudiado

El bosque estudiado está dominado por chañar y presenta una estructura principalmente de monte bajo y monte medio, con pequeños bosquetes casi monoespecíficos, abiertos, conformados por individuos mono o plurifustales con alturas promedio que varían entre 0,4 y 7,0 m (Tabla 4.6).

Además de chañar, se presentan individuos de yaro (*Acacia macracantha*) que compiten fuertemente con chañar. El número promedio de fustes o vástagos por cepas es de 1,4 y 1,3 para el chañar y yaro, respectivamente. Sin embargo, algunas cepas de chañar presentaron hasta 5 vástagos. El área basal es mayor para chañar. En la biomasa y cobertura del bosque estudiado participan en forma similar ambas especies.

Tabla 4.6. Estructura cuantitativa del rodal estudiado

Especie	Densidad (n° cepas/ha)	Densidad (n° fuste/ha)	Altura (m)	Área basal (m ² /ha)	Biomasa (t/ha) (*)	Cobertura (m ² /ha)	Regeneración (n°/ha)**
Chañar	1.120,0	1.593,4	0,4-5,5	5,4	5,6	3.040	1.360,1
Yaro	267,0	346,7	1,4-7,0	3,2	5,5	2.970	19,8
Total	1.387,0	1.940,1	0,4-7,0	8,6	11,1	6.010	1.379,9

(*): Biomasa aérea (en peso seco) por ausencia de función específica, estimada con función para *Acacia caven* (Bown, 2013, sin publicar); (**) De la regeneración total de cada especie, aquella de semilla alcanza un 7,8% y 33,8% para chañar y yaro respectivamente.

La distribución de frecuencias diamétricas muestra una distribución de tipo “J inversa”, con un rango total entre los 5 y 30 cm. Para chañar, un 57,4% de los fustes se presentan entre 2,5 y 7,5 cm de diámetro basal. Por su parte, sólo el 34,9% de los individuos de yaro presenta fustes de entre 7,5 y 12,5 cm de diámetro basal (Figura 4.9).

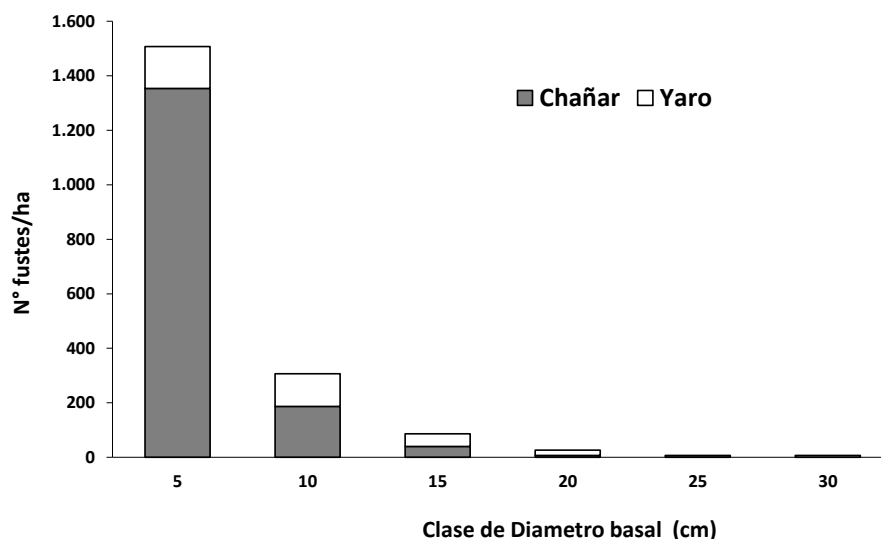


Figura 4.9 Distribución de frecuencias diamétricas del rodal estudiado, mostrando una distribución de tipo “J inversa”.

Esta distribución se debe a la singular presencia de isletas con individuos mono o plurifustales centrales de chañar, rodeados de individuos de menor tamaño originado por raíces gemíferas. La presencia de este tipo de distribución estaría indicando un buen reclutamiento natural de individuos en las clases de tamaño inferiores, lo que asegura la permanencia de este bosque.

Respecto a la regeneración, ésta es mayoritariamente de chañar. Para esta especie se determinó la presencia de dos formas de regeneración: una por propagación vegetativa clonal mediante la expansión de “isletas” conformadas por vástagos desarrollados a partir de las raíces gemíferas, y otra por reproducción sexual mediante la producción de semillas de dispersión endozoocora. Sin embargo, en el

área de estudio se observó mayoritariamente regeneración de tipo vegetativa (92,2%). Sólo en áreas protegidas y a semisombra se observaron plantas originadas por semillas. Es importante señalar que en algunos casos es difícil hacer esta distinción. Por su parte yaro presento principalmente regeneración por semillas (66,7%).

4.3 ESTIMACIÓN DE LA OFERTA DE NECTAR DE CHAÑAR

4.3.1 Cantidad de néctar según fenofase de las flores de chañar

La proporción de flores que produjeron néctar respecto del total analizado según fenofase para los años 2011 y 2012, se presenta en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Cantidad de flores con secreción de néctar según fenofases florales de chañar

Fenofases	Cantidad de flores					
	2011			2012		
	Flores c/néctar	Nº Flores analizadas	%	Flores c/néctar	Nº Flores Analizadas	%
F1	0	82	0,0	0	34	0,0
F2	0	560	0,0	0	196	0,0
F3	0	499	0,0	13	302	4,3
F4	36	82	43,9	34	65	52,3
F5	211	316	66,7	43	64	67,2
F6	2	286	0,7	9	92	9,8
Total	249	1.825	13,6	99	753	13,1

Fenofases de chañar determinadas según Figura 3,2.

La proporción total de flores analizadas que presentaron néctar es baja, alcanzando en forma conjunta sólo un 13,5% para ambos años del estudio. En el caso del año 2011, las flores en las fenofases F4 y F5 presentaron las mayores proporciones de flores productores de néctar. La producción de néctar en flores con estados iniciales de senilidad fue casi nula. En el caso del año 2012 fueron principalmente las fenofases F4 y F5 aquellas que tuvieron mayor producción de néctar. Además, una proporción de flores en estados iniciales de senilidad también produjeron néctar. No se tienen antecedentes para inferir si esta baja proporción de flores productoras de néctar sea una característica de la especie, y/o obedezca a factores ambientales locales, o del período, o años de la medición.

La literatura especializada indica que la cantidad de néctar secretado, su concentración, composición de azúcares y período de producción, es muy variable para las distintas especies vegetales, así como también, entre individuos de una especie y entre sus flores (Ramírez, 1995; Schick & Spürgin, 1997; Corbet, 2003; Petanidou, 2007). Este es un factor relevante en la oferta de alimento para picaflores e insectos (abejas) y tiene también una alta incidencia en la estimación de la producción potencial anual de miel, ya que aparentemente no todas las flores de un individuo tienen la potencialidad de producir néctar o su capacidad de producir varía en distintos sitios, temporadas y años.

La cantidad de néctar extraído por fenofase floral de chañar, según año de estudio se presenta en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Cantidad de néctar colectado según fenofase floral de chañar

Fenofase	Cantidad de néctar (μ l)								
	Año 2011			Año 2012			Promedio		
	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>X</i>	<i>s</i>	<i>N</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>n</i>
F3	---	---	---	0,29 ^(b)	0,23	13	---	---	---
F4	0,06 ^(a)	0,03	36	0,42 ^(c)	0,31	34	0,18	0,17	70
F5	0,06 ^(a)	0,04	211	0,45 ^(c)	0,44	43	0,12	0,11	254
F6	0,03 ^(a)	0,00	2	0,13 ^(b)	0,11	9	0,10	0,09	11

Letras distintas indican diferencia significativas ($p < 0,05$) entre las fenofases y años.

Se advierte una mayor secreción de néctar para todas las fenofases del año 2012, existiendo diferencia significativas ($p < 0,05$) entre las secreciones de ambos años. Las fenofases que secretaron una mayor cantidad de néctar fueron los más maduros (F4 y F5), advirtiendo una relación positiva entre estado de madurez y la cantidad de néctar por flor secretado hasta alcanzar el estado F6, en el cual disminuye la secreción. Sin embargo, sólo para el año 2012, las secreciones entre las distintas fenofases entre sí resultaron significativas ($p < 0,05$).

En general, la secreción de néctar en las distintas fenofases presentan altos coeficientes de variación (cerca al 100%), lo que indica una alta variabilidad en la secreción, pudiendo atribuirse ésta a las características de la especie, tamaño de los nectarios, estado de la planta, localización de la flor en el árbol, así como también a factores ambientales tales como: temperatura, humedad del aire, velocidad del viento, largo del día y características edáficas (Belmonte, 1988; Ramírez, 1995; Schick & Spürgin, 1997; Corbet, 2003; Petanidou, 2007). Por otro lado, estos volúmenes de secreción de néctar pueden estar subestimados, debido a que el picaflor y la abeja son capaces de colectar una mayor cantidad de néctar con aparato bucal, que el colectado mediante un capilar. Por lo tanto, es posible que el rendimiento por individuo sea mayor a lo aquí estimado.

Si se considera la duración de cada fenofase floral (ver Figura 4.8) y el volumen de néctar secretado por fenofase (Tabla 4.8), la producción de néctar de chañar en forma acumulada (suma ponderada de cada fenofase x duración fenofase) alcanza un volumen total promedio de $0,11 \pm 0,02 \mu$ l/flor y $1,35 \pm 0,43 \mu$ l/flor valor de para el año 2011 y 2012, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a la secreción promedio de néctar de los individuos de chañar, en general son intermedios a los determinados por otros estudios en especies leñosas (Tabla 4.9).

TABLA 4.9. Antecedentes sobre producción de néctar en especies arbóreas presentes en Chile.

Especie	Volumen ($\mu\text{l}/\text{flor}$)	Fuente
Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>)	$0,2 \pm 0,3 - 0,7 \pm 0,07$	Eynard y Galetto, 2002
Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>)	0,19	Lühr 2011
Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)	0,9 y 1,3(flor. centrales) 0,7 (flor. laterales)	Cruz, 2008
Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)	1,0-7,0($61,8 \pm 0,7$ en aprox. 15 días)	Díaz, 2007
Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)	30,2	Gallardo, 1993
Ulmo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)	$4,28 \pm 0,07$	Wolf, 1998
Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>)	$0,029 \pm 0,109$ (Flor fem.) $0,014 \pm 0,059$ (Flor mas.)	Mora, 1999

Valores presentados: Media \pm (EE) o Rangos cuando estaban disponibles.

En base a en los estudios de varios autores (Tabla 4.9.), se aprecia una gran heterogeneidad en la producción de néctar entre estas especies. Los volúmenes diarios secretados de néctar para las especies señaladas fluctúan entre 0,014 y 30,2 $\mu\text{l}/\text{flor}$. En el caso particular del chañar, estos volúmenes van desde 0,19 hasta 0,7 $\mu\text{l}/\text{flor}$, aunque es pertinente señalar que las comparaciones se deben realizar con precaución debido a que se trata de especies, años de medición y localidades ambientalmente distintas.

Las variaciones en la tasa de producción de néctar del chañar podrían deberse a las variaciones de la temperaturas del aire en el área de estudio, en particular considerando las máximas. Esto debido a que existe una correlación negativa entre ambas variables (Petanidou y Smets, 1996). Sin embargo, esta situación es relativa, ya que estos mismos autores concluyeron que plantas mediterráneas adaptadas a altas temperaturas, requieren mayores temperaturas para secretar néctar que aquellas de climas templados. Y por otra parte, en la zona mediterránea central, observaciones realizadas en *Quillaja saponaria* señalaron una correlación negativa entre la temperatura y el volumen secretado (Díaz et al., 2009).

4.3.2 Concentración del néctar de chañar

La concentración de néctar (expresada en °Brix) de las flores de chañar analizadas en los años 2011 y 2012 se presenta en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Concentración promedio del néctar

Concentración del néctar (°Brix)								
2011			2012			Total		
<i>x</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>n</i>
29,3	8,8	6	35,1	17,0	14	33,4	14,5	20

La concentración de néctar determinada es variable, alcanzando coeficientes de variación de 30% y 48% para el año 2011 y 2012, respectivamente, no señalando diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos años. Los valores obtenidos son inferiores a los determinados para individuos de chañar por Lühr (2011), en 2009 para el mismo sector de estudio. Esta autora determinó concentraciones de $41,7 (\pm 19,3)$ °Brix, lo que puede deberse a características ambientales diferentes en los años de medición.

Al respecto, en especies del género *Crataegus*, la concentración de néctar muestra una fuerte correlación con la humedad relativa ambiente (Corbet et al., 1979). En particular, Pérez-Bañón (2000) observó que en ambientes con influencia marítima la temperatura no es el principal factor que afecta la secreción, si no que la humedad es la que afecta positivamente la secreción del néctar, tanto en volumen como en el contenido de azúcar. Aunque para la zona central del país, Díaz et al. (2009) observaron una correlación positiva entre la humedad relativa y el volumen de néctar secretado por *Quillaja saponaria*, se observa una situación inversa entre la humedad relativa y la concentración de azúcar del néctar.

4.3.3 Cantidad de néctar producida por individuo y del bosque de chañar

La cantidad de néctar secretado por individuo para el año 2011 y 2012 se presenta en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11. Cantidad de néctar por individuo y del bosque de chañar

Parámetro	Año	
	2011	2012
Volumen de néctar (ml/individuo)	0,55 ± 0,16	7,12 ± 2,21
Volumen de néctar (l/ha)	0,36 ± 0,08	4,75 ± 1,08

Valores presentados: Valores individuo Media ± (EE) n=51; Estimación de producción potencial del bosque basada en la distribución de frecuencias diamétricas del rodal estudiado (tabla de rodal) y valores promedio de producción de néctar.

La producción de néctar individual estimada es muy variable, alcanzando coeficientes de variación de 207,7% y 221,6% para el año 2011 y 2012, respectivamente. El volumen de néctar estimado para el año 2012 es significativamente ($p < 0,05$) superior al determinado para el año 2011. También la cantidad de néctar estimada a nivel del bosque es muy variable, alcanzando coeficientes de variación de 158,6% y 162,4% para el año 2011 y 2012, respectivamente. Las producciones de néctar estimadas para el año 2012 son 13 veces superiores respecto a las del año 2011 y también las diferencias son significativas ($p < 0,05$).

En la figura 4.14 se observa que la floración del año 2011 fue más extendida que la del año 2012. Además una mayor proporción de individuos de la población presentaron flores. Sin embargo, a pesar de esta mayor extensión y % de individuos en floración, la oferta de néctar fue sustancialmente menor. Las floraciones esporádicas que se produjeron en el periodo estival 2011-2012, no aportan sustantivamente a la oferta de néctar en la población.

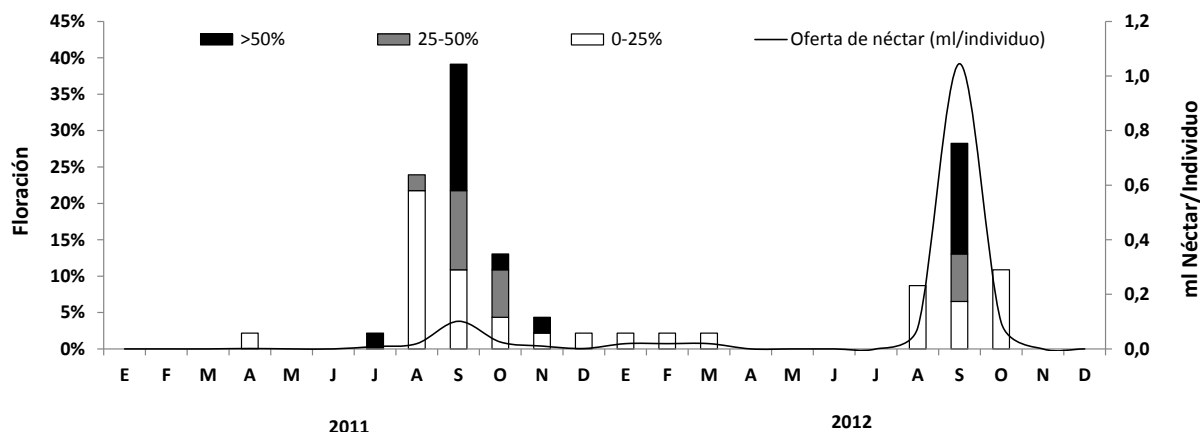


Figura 4.14. Floración anual y oferta de néctar para los años 2011 y 2012. Barras indican el porcentaje de floración individual para el mes correspondiente. Oferta de néctar calculada a partir del volumen promedio de néctar secretado por individuo, % de floración individual y % de individuos de la población en floración, en el mes correspondiente.

4.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE PICAFLOR DE ARICA

4.4.1 Reproducción

Durante las búsquedas realizadas durante la temporada reproductiva de 2011, no se registró nidificación de la especie en el área, tal cual como había sido el caso en años anteriores. Sin embargo, durante la temporada de 2012 se observaron dos hembras iniciando sus nidos, aunque sólo una de ellas finalmente puso e incubó huevos en un nido construido en un yaro vecino a la zona de chañares (Figura 4.15).



Figura 4.15. Hembra de picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) nidificando en el área de estudio (14 octubre 2012).

El nido fue monitoreado con frecuencia a través del uso de una vara con un espejo (Figura 4.16), verificándose la eclosión de ambos huevos y el desarrollo normal de los polluelos los que abandonaron de manera normal el nido.



Figura 4.16. Monitoreo de nido de picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) (octubre 2012).

El primer registro de reproducción en el área coincide con el período de alta producción de néctar observado en 2012. Aunque es posible que esta alta oferta alimenticia haya influido como incentivo a la nidificación, es necesario aclarar que la hembra involucrada fue observada también alimentándose principalmente de las flores de *Pitraea cuneato-ovata*, en un ensayo de reproducción de plantas herbáceas de utilidad para la especie.

4.4.2 Población de picaflor de Arica y floración de chañar

El monitoreo poblacional desarrollado permitió confirmar las observaciones hechas anteriormente sobre los aparentes movimientos que presenta la especie. Así los registros realizados indican que la especie está presente en el área principalmente durante la primavera, mostrando una alta correlación temporal con la floración del chañar (Figura 4.17).

Durante el año 2011 la presencia picaflor de Arica fue más irregular que en 2012, mostrando tres *peaks*, el primero de los cuales coincidió con la floración del chañar. Por el contrario, durante el año 2012, hubo una mayor concentración de picaflores, coincidiendo de gran manera con la del comportamiento de floración del chañar. Esta mayor actividad de picaflores en el año 2012 no se asoció a un mayor porcentaje de floración, la que ocurrió en 2011 (Figura 4.17). Sin embargo, al ponderar la floración por la producción de néctar por flor, se observa que la cantidad de néctar disponible el año 2012 fue mucho mayor que en 2011, probablemente, explicando en parte la mayor densidad y concentración temporal de picaflores observadas durante la última temporada (Figura 4.18).

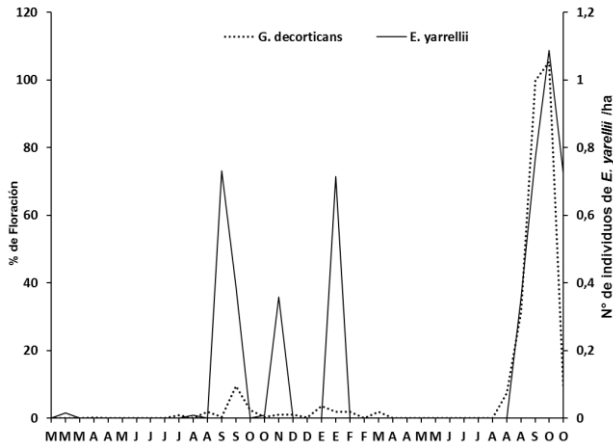


Figura 4.17. Abundancia de picaflor de Arica en relación con el porcentaje de floración de chañar. Chaca. Marzo 2011 – octubre 2012.

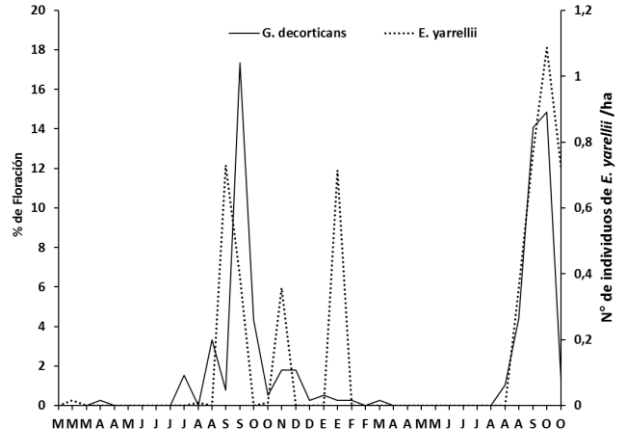


Figura 4.18. Abundancia de picaflor de Arica en relación a la oferta de néctar de chañar. Chaca. Marzo 2011 – octubre 2012.

4.5 EFECTO DE LAS INTERVENCIONES SILVÍCOLAS SOBRE LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR

El efecto de los distintos tratamientos a la vegetación y suelo sobre la cantidad de flores de chañar, para los años 2011 y 2012, se presenta en la figura 4.19.

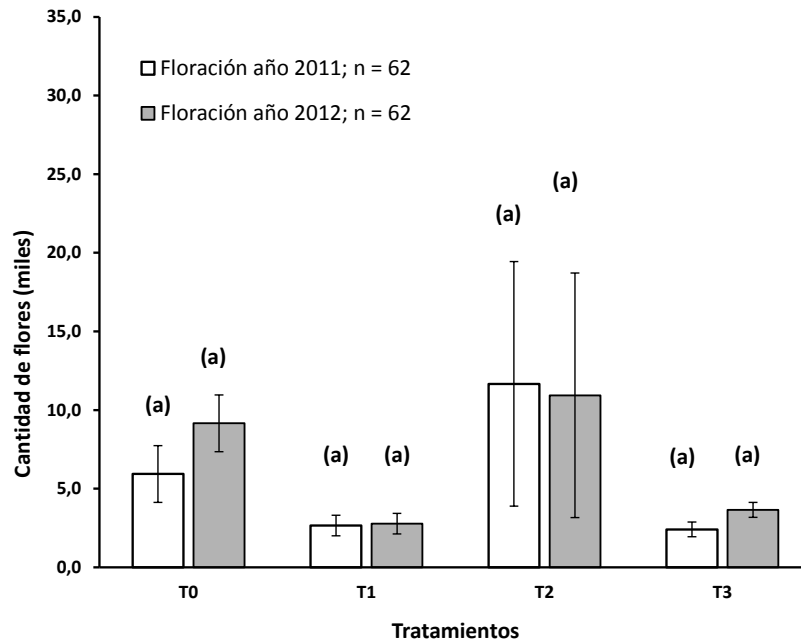


Figura 4.19. Efecto de los distintos tratamientos al suelo y a los individuos de chañar sobre la cantidad de flores para los años 2011 y 2012. Error típico en barras sobre las columnas. Tratamientos T0: Testigo; T1: Riego y Fertilización; T2 Raleo y poda de formación; T3: T1+T2. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

El efecto del riego y fertilización (T1), los raleos y podas de formación (T2) y la combinación de ambos tratamientos (T3) no fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$), respecto a la cantidad de flores presentes en el testigo, para los años 2011 y 2012, respectivamente.

Una situación similar se determinó para la secreción de néctar donde la aplicación de los tratamientos no fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$), respecto a la cantidad de néctar secretado por el testigo. Por su comportamiento similar no fue graficado.

Aunque las diferencias observadas no fueron sustanciales para ser atribuibles a los tratamientos de raleo y la poda de formación, se advierte una tendencia a generar una mayor cantidad de flores.

Desde el punto de vista silvicultural, el raleo y la poda realizada pueden considerarse moderadas, debido a que se extrae entre 1,6 y 3,1 kg de biomasa leñosa y foliar por cepa lo que representa el 30 y el 46% de la biomasa total. Es importante señalar, que las podas realizadas tiene un fin sanitario y de formación de la copa y no tienen por objetivo directo inducir la floración. Esto debido a que el proceso ecológico de la inducción floral para chañar es aún desconocido y en su determinación se requiere el conocimiento y monitoreo de otras variables por un período largo de tiempo, situación que excede los alcances de este estudio. Sin embargo, se advierte que aún con esta extracción de biomasa total y foliar, los individuos de chañar pudieron recuperar parcialmente su biomasa (crecimiento estimado después intervención 0,4-0,6 /kg/cepa/año) y sobre todo florecer satisfactoriamente los dos años de observación. Por otro lado, el raleo favorece la producción de rebrotes que “rejuvenecen la cepa”, lo que incide directamente en la vitalidad del bosque futuro.

Gran parte de esta biomasa extraída corresponde a individuos de copa asimétricas, multifustales y con problemas sanitarios. Consecuentemente, la posibilidad de utilizar la biomasa cosechada en esta primera intervención silvícola permitiría eventualmente paliar el costo del manejo del bosque.

La aplicación de riego y fertilización, así como la combinación de estos con podas y raleos a los individuos de chañar no presentaron diferencias sustanciales en la producción de flores. Esto a pesar, que el riego puede promover la secreción de néctar en períodos de floración que son desfavorables (período estival), ya que durante esos períodos los recursos hídricos disponibles probablemente son asignados exclusivamente a la producción de néctar (Petanidou, 1999). También se indica que la falta de nutrientes combinados con la restricción hídrica puede limitar la generación de néctar en las plantas mediterráneas (Nicolson & Thornburg, 2007). Así se ha observado que la secreción de néctar es alta cuando existe una baja disponibilidad de nitrógeno (Shuel, 1955). Sin embargo, se ha determinado que el factor externo más limitante en este proceso fisiológico en plantas mediterráneas es la sequía, antes que la escasez de nutrientes.

El nulo efecto sobre la producción de flores del riego y la fertilización, podría deberse a las condición freatófita de la especie, en que sus necesidades hídricas están directamente influenciadas por el movimiento de las napas freáticas. Por otro lado, el fuerte efecto del invierno altiplánico en la recarga de las napas subterráneas podría haber tenido una influencia muy superior al tratamiento de riego, enmascarando la respuesta de la vegetación. No se dispone de datos regionales ni locales completos como para verificar este supuesto, pero se vincula al invierno altiplánico 2011-2012 como extremo, situación que quedo de manifiesto en la quebrada de Chaca cuyo caudal subió extremadamente arrasando con la vegetación de la ribera.

El efecto del raleo y poda de liberación de las copas de chañar de la competencia con yaro (*Acacia macrantha*) (T1), sobre la cantidad de flores producidas fue estadísticamente significativo ($p < 0,05$) para el año 2012 (Figura 4.20).

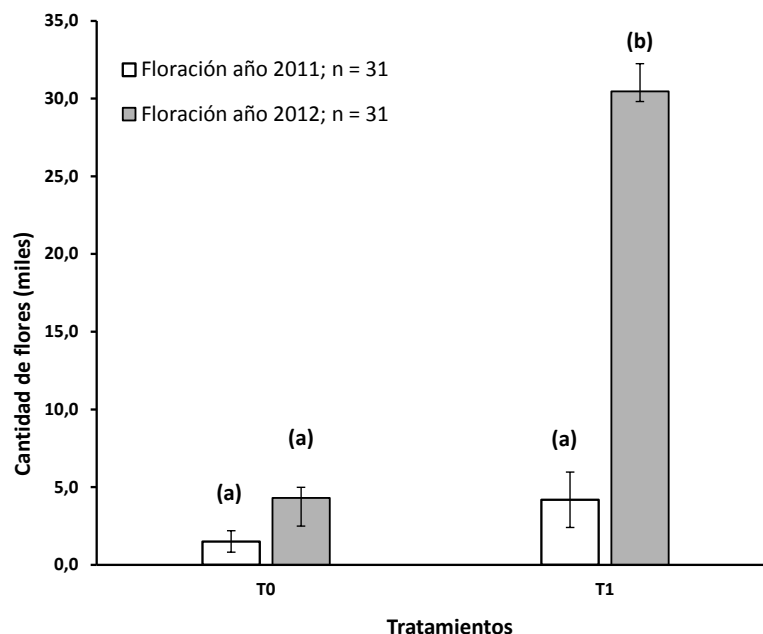


Figura 4.20. Efecto del tratamiento del raleo y poda de liberación sobre la cantidad de flores de chañar para los años 2011 y 2012. Error típico en barras sobre las columnas. Tratamientos T0: Testigo; T1: Raleo y poda de liberación. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Un comportamiento similar presentó la secreción de néctar, donde la liberación de las copas de los chañares de la competencia con los yaros presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a la cantidad de néctar secretado por el testigo. Por su comportamiento similar no se presenta en el gráfico.

La aplicación de este tratamiento a nivel individual implicaría que la oferta de néctar para la alimentación de los nectarívoros, aumentaría desde 4,3 hasta 26,5 ml de néctar por individuo, lo que representa un incremento de cerca del 500%. A nivel de la población de chañar (su aplicación aumentaría la oferta de néctar en un 600% (desde 2,5 a 17,6 l/ha).

La liberación y la consecuente exposición de las copas de chañar a la luz por efecto del raleo y poda del yaro afectaría de dos formas la floración del chañar. Por un lado, podría incrementar la floración, ya que los individuos liberados estarían expuestos a una mayor temperatura, generando una mayor floración considerando, que uno de los principales factores exógenos que afectan la fenología floral es la temperatura del aire (Menzel, 2000). Así, en la medida que esta incrementa se origina una mayor intensidad de eventos fenológicos (Ahas et al., 2000). Esta situación se ha observado en quillay, donde la floración aumenta con el incremento de la temperatura (Miranda, 1997). Por otro lado, la extracción de sólo aquellos yaros que compiten directamente con chañar, mantiene en el rodal una cobertura que protege e influye en la regulación ambiental de los procesos de floración y producción de néctar, propiciada por aquellos yaros remanentes. En estos sectores del rodal las temperaturas del aire podría

ser más bajas, la humedad relativa más alta y el efecto de los vientos aminorado, respecto a los sectores donde los individuos crecen sin cobertura, originado que la dinámica de los procesos fisiológicos de floración fueran más lentos afectando positivamente la longitud de la floración.

4.6 PROTOCOLO DE INTERVENCIONES SILVÍCOLAS EN CHAÑAR PARA FAVORECER LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR

A continuación se presentan los aspectos centrales del protocolo preliminar desarrollado. El detalle de este indicando: objetivo, estructura de manejo, su aplicación y resultados esperados se presenta en el Anexo 6.

Objetivo de manejo: Incrementar la floración del chañar (*Geoffroea decorticans*) con el fin de aumentar la oferta alimenticia para el picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) y la abeja común (*Apis mellifera*).

Estructura de manejo: Considerando el objetivo de manejo planteado, los resultados de este proyecto, las características de la especie y la estructura de las formaciones vegetales actuales en que participa chañar, el manejo de rebrotes de monte bajo constituye la forma de silvicultura más adecuada para alcanzar los objetivos. El esquema propuesto corresponde a una **corta de mejoramiento**¹, consistente en clareos, raleos y podas de formación a los vástagos de las cepas, con el fin de aumentar el tamaño de los individuos a través de estimular su crecimiento en diámetro fustal, altura y diámetro de la copa. Esto en virtud de que se determinó que existe una relación positiva entre la floración y el tamaño de los individuos.

Intervenciones: En particular este esquema considera un ciclo periódico (4 a 6 años, según calidad de sitio forestal) de las siguientes intervenciones:

- Clareo o raleo de los vástagos de la cepa dejando el menor número posible de éstos de buena sanidad, de diámetros mayores a 5 cm, homogéneamente distribuidos en la cepa.
- Poda de ramas para conformar un copa amplia, simétrica, de forma esferoide que reciba buena iluminación y que esté conformada mayoritariamente por ramas y ramillas vivas (verdes).
- Retención de todos los individuos de chañar de grandes dimensiones con fines de: mantención de la biodiversidad, producción de néctar, frutos, protección del paisaje, refugio para la avifauna (y eventualmente del ganado doméstico) y en menor medida, para la protección del suelo y cursos de agua (riberas). También se considera la mantención de todas las especies leñosas acompañantes de chañar en la comunidad.
- Enriquecimiento eventual con plantas de chañar y/o otras especies de la comunidad original productoras de néctar y polen en el caso de no existir regeneración natural. Se persigue aumentar la

¹El termino corta de mejoramiento empleado no corresponde en el sentido estricto a lo indicado en la silvicultura tradicional de la zona centro sur del país (Vita, 2007). En esta protocolo de se trata de una combinación de corta de liberación y sanitaria cuyo objetivo es “mejorar” el individuo y el rodal.

cobertura, mantener la composición y propender a una estructura de monte medio. En particular se deben considerar aquellas especies en categoría de conservación.

OBJETIVO ESPECIFICO 3: Incentivar la utilización del chañar como un recurso no maderero a través de su aprovechamiento apícola.

4.7 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL APICOLA DEL CHAÑAR

4.7.1 Atractibilidad para las abejas

Los resultados de la atractibilidad se presentan en la tabla 4.12, donde se aprecia que la primera temporada (2011) presentó una baja atractibilidad con un promedio de 1,77 abejas/minuto/0,25m² de superficie floral accesible de chañar.

Tabla 4.12. Nivel de atractibilidad promedio de abejas pecoreadoras en flores de chañar

N° individuos dechañar muestreados por año.	N° total de abejas registradas	N° abejas promedio/minuto/0,25m ² de superficie floral	Nivel de atractibilidad ¹
22 (2011)	39	1,77	Bajo
22 (2012)	105	4,77	Alto

Nota: (1) Rango de atractibilidad: bajo= 0 a 2; medio >2a 4; alto > 4 a 6; Muy alto > 6(Gallardo, 1993).

La baja atractibilidad puede deberse a que en ese período la producción promedio de néctar por flor fue baja, correspondiendo a 0,11 µl/flor, con una concentración de néctar de 29,3° Brix, en comparación con la temporada 2012 que fue notoriamente de mayor atractibilidad con un promedio de 4,77 abejas/minuto/0,25m², con un promedio de néctar por flor de 1,35 ul/flor y con una concentración de néctar mayor de 33,4° Brix.

4.7.2 Valor apícola del chañar

En función de los antecedentes botánicos y ecológicos del chañar (Anexo 4) y de los resultados obtenidos en el presente estudio, se presenta los resultados de la valoración apícola del chañar (Tabla 4.13).

Lo indicado en la Tabla 4.13 demuestra que chañar presenta un alto valor apícola para la zona de estudio (con 15 puntos). Sin embargo no alcanza el mayor puntaje dentro del rango de alta valoración, que es de 18 puntos. Esto debido principalmente a que presenta mediana valoración para los criterios de cantidad de néctar por flor, que fluctúa como promedio, entre 0,9 a 1,7 µl por flor, para la temporada 2011 y 2012, respectivamente. Por otra parte, presenta un período de floración muy concentrado, de no más de 2 meses (septiembre, octubre), lo que restringe su período de pecoreo por parte de las abejas. Adicionalmente, su flor presenta receptáculos florales relativamente estrechos, generando dificultad en el pecoreo de la abeja para acceder a los nectarios y estambres.

Tabla. 4.13 Valoración apícola del chañar según criterios empleados

Criterios	Valoración	Justificación
a) Calidad néctar y/o polen	Media (2)	Néctar con alta concentración de azúcar (29 a 33° Brix), pero no es muy abundante la cantidad de néctar (0,9 a 1,7 µl/flor).
b) Disponibilidad de flor	Alta (3)	Especie frecuente, pero moderadamente abundante.
c) Accesibilidad de la flor	Media (2)	Flores con receptáculos florales relativamente estrechos (semi cerrados), nectarios y estambres medianamente accesibles.
d) Duración de la floración	Media (2)	2 meses. Florece desde septiembre a octubre.
e) Tolerancia ecológica de la especie.	Alta (3)	Resistente a la sequía, salinidad y el viento.
f) Oportunidad de la floración	Alta (3)	Florece en un período de notoria reducción en la oferta de néctar y polen; marcando el desarrollando primaveral de la colmena.
Valoración general¹ (Suma de criterios: a+b+c+d+e+f) Puntaje total (Suma valoración por criterio).	Alta (15 puntos)	Abundante, florece de forma abundante al comienzo de la primavera, muy visitada por las abejas, especialmente por la concentración y cantidad de néctar, siendo una especie de alta resistencia a la sequía.

Nota: ⁽¹⁾ Puntaje para los criterios Alta = 3; Media = 2; Baja = 1 (Alta = 15 - 18; Media = 10 - 14; Baja = 6 - 9)

El resto de los criterios fueron evaluados con el máximo puntaje, destacando, la oportunidad de su época de floración, ya que ésta es una de las primeras floraciones después de la estación invernal, en donde no se registran especies en floración para la zona de estudio. Este aspecto se considera de gran importancia, ya que marca el inicio del desarrollo de la actividad apícola en la zona de estudio. Esto implicaría que la producción de néctar y polen de chañar estimula el desarrollo poblacional dentro de la colmena, a través del crecimiento de la cámara de cría de la colmena, ya que el néctar y polen pecoreado por las abejas en el período de floración de chañar es utilizado principalmente para la alimentación de las crías de las abejas. Esto quedó de manifiesto, ya que se observó que sólo a fines del período de floración del chañar se inicia la acumulación de miel en los panales.

Por lo tanto, desde el punto de vista del manejo de las colmenas se considera que para generar miel monofloral de chañar se debería tener colmenas previamente desarrolladas poblacionalmente, optimizando así la producción de miel de chañar. De lo contrario, el néctar de chañar se mezclaría con el de otras floraciones.

La baja participación de chañar en la mieles obtenidas ha sido observado en estudios realizados en Argentina, en donde al elaborar perfiles polínicos en mieles de diferentes provincias donde existe chañar, se detectó abundante polen de especies del género *Prosopis* y en menor proporción de chañar. Por otro lado, también fue escasa la presencia de mieles de tipo monoflorales para estas especies (Uñates et al., 1999; Basilio y Noetinger, 2002; Dominguez, 2005; Cabrera, 2006; Fagundez y Caccavari, 2006; Ciappini et al., 2009; Fagundez et al., 2009).

En consecuencia, en función de la experiencia obtenida en este estudio y del análisis de la revisión bibliográfica, se puede concluir que el principal rol de chañar para la apicultura, en el área de estudio, es incentivar el desarrollo inicial de la colmena, para que ésta posteriormente pueda pecorear de forma más eficiente las floraciones melíferas de la especies acompañantes del chañar en la zona de estudio.

4.7.3 Calidad de la miel de chañar

El resultado obtenido de las mieles de chañar para cada uno de los años (2011 y 2012), se indican en la tabla 4.14

Tabla 4.14. Resultados físicos y químicos de calidad para miel de chañar.

Parámetro	Muestra 2011	Muestra 2012	Límite permitido CODEX	Norma Chilena
HMF ¹	10,8 mg/Kg	33 mg/Kg	40 mg/kg	40 mg/kg
Humedad	21.5 %	18,5 %	20 %	18 %
Color ²	37 mmPFund	80 mmPFund	Sin restricción	Sin restricción
OGM ³	No presente	No presente	No permitido para UE	Sin especificar
PAs ⁴	No presente	No presente	1 ug/kg para UE	Sin especificar
Antibióticos ⁵	No presente	No presente	No permitido	No permitido
Pesticidas ⁶	No presente	No presente	No permitido	Sin especificar

Notas:

(1) HMF corresponde al compuesto "Hidroximetilfurfural"

(2) Nombres de los colores de la miel para 2011 es Ambar extra claro y para 2012 es Ambar claro.

(3) OGM corresponde a la presencia de pólenes con ADN de "Organismo Genéticamente Modificado"

(4) PAs, corresponde a la presencia de Alcaloides Pyrrolizidine

(5) Antibióticos muestreados son: Sulfonamidas; Cloranfenicol; Nitrofurano; Estreptomina y Tetraciclina

(6) Grupos Pesticidas muestreados son: Organoclorados; organofosforados; Piretroides; Carbamatos.

La relevancia de los parámetros de calidad de miel y los resultados para el chañar indican lo siguiente:

- **Hidroximetilfurfural (HMF).** El parámetro más utilizado para monitorear frescura y adulteración térmica es el HMF (Meda et al., 2005), siendo el criterio más importante y confiable. Tanto el *Codex Alimentarius* como el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile especifican un valor máximo permitido de 40 mg/kg para HMF. Los valores encontrados para las mieles de Chañar cumplen con los requisitos de ambas normativas.
- **Humedad.** El porcentaje de humedad es un parámetro relacionado al grado de maduración de la miel al momento de cosecha y de gran importancia para garantizar un buen almacenamiento. Es uno de los factores de calidad más importantes, que debe ser observado para evitar la fermentación en las mieles (Piccirillo et al. 1998). El *Codex Alimentarius* establece un contenido de humedad no mayor al 20% y el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (RSA), un valor no mayor al 18%. En relación a esto, las mieles cumplen los requerimientos de ambas normativas. La humedad no está relacionada únicamente con el lugar geográfico, según Acquarone (2004), el contenido de humedad es una función compleja de diversas variables, las que se relacionan a prácticas de extracción, manejo del producto, naturaleza higroscópica de la miel, condiciones climáticas, estación del año, humedad inicial del néctar, grado de maduración alcanzado en los opérculos y origen geográfico.

En relación a los resultados obtenidos, sólo en la muestra del año 2011 se obtuvo 20,5% de humedad, superando levemente el máximo exigido por El Codex Alimentario y en un 2,5% el exigido por el Reglamento Sanitario de Alimento para Chile. Esto pudo deberse a que las muestras fueron tomadas directamente de los panales de las colmenas y antes que terminara totalmente la floración de chañar, evitando que las mieles pudieran mezclarse con otra fuentes de néctar. Esta acción pudo haber generado que la muestra no estuviese totalmente madura (operculada en el panal), generando un leve exceso de humedad en la muestra. Sin embargo la muestra no tuvo posteriormente problemas en su conservación cristalizando normalmente.

- **Color.** El color es una de las características de la miel más importante, relacionado al valor comercial y a la determinación del uso (Ruoff, 2006). White (1978) y Aubert y Gonnet (1983), citados por Acquarone (2004), indican que existe una correlación entre el contenido de sustancias minerales y el color, siendo las mieles más oscuras las que presentan un contenido de ceniza y conductividad más elevado. En relación a los resultados obtenidos, la muestra de miel del 2011 corresponde a un color ámbar extra claro y la muestra del año 2012 corresponde a un color ámbar claro (ver figura 4.21 izq. y der.). Esta leve diferencia podría deberse a una variación en el néctar recolectado de otras fuentes de floración que coincidió con el pecoreo de chañar. Es habitual que las mieles de una zona puedan variar levemente en su tono de una temporada a otra por diferencias en el origen del aporte botánico de los néctares.

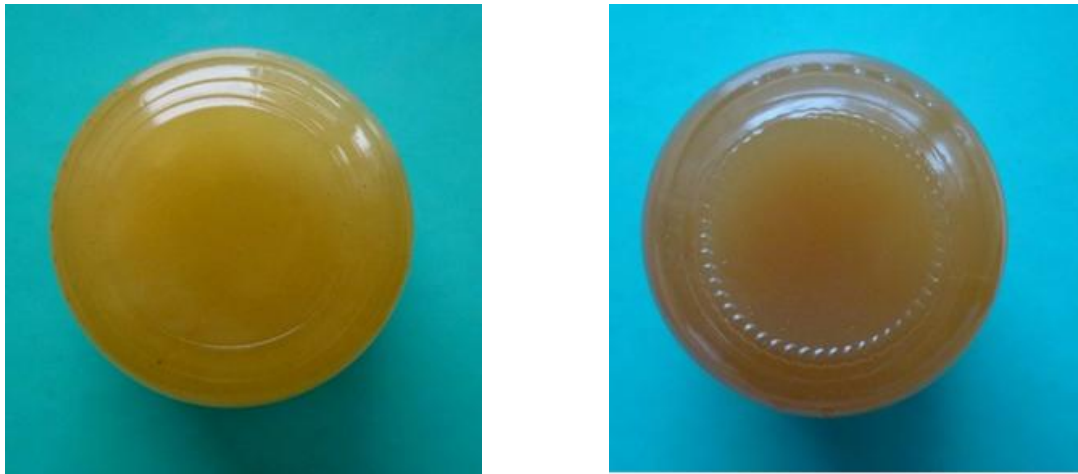


Figura 4.21. Color de la miel de chañar, Chaca. Región de Arica y Parinacota. Izquierda, miel cosechada al final de la floración de chañar (Oct. 2011). Derecha, miel cosechada después de la época de floración de chañar (Ago. 2012).

- **Antibióticos, OGM y PAs.** Estas se realizan sólo cuando las mieles son exportadas al mercado Europeo, el cual exige que las mieles a exportar no pueden tener presencia de antibióticos, pólenes provenientes de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y Alcaloides prohibidos (PAs). En Chile, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) es la entidad que prohíbe el uso de antibióticos para la apicultura en Chile con finalidades de control de enfermedades. Estos resultados indican que la miel de chañar obtenida en el área de estudio no está afectada por plantas que podrían producir

alcaloides prohibidos y pólenes de OMG, aspecto fundamental para las exigencias de la comercialización de la miel a la Unión Europea (UE). En relación a los resultados de los antibióticos, la no presencia de éstos, sólo ratifica que se realizó un manejo sanitario adecuado de las colmenas utilizadas para el estudio, con el afán de no contaminar la miel.

- **Pesticidas.** Los análisis efectuados de los ingredientes activos de los principales pesticidas utilizados en la agricultura, demuestran que la miel de chañar muestreada no presenta contaminación de pesticidas, aspecto fundamental para una eventual comercialización. Esto comprueba que la floración del chañar en el área de estudio, no está afectada por la presencia de cultivos intensivos.

Los resultados de la miel de chañar obtenida de la zona de estudio en las dos temporadas (2011 y 2012) demuestran que la calidad cumple con las exigencias internacionales para su comercialización, y a pesar que en la zona de estudio existen algunos cultivos intensivos, la miel no registró residuos de pesticidas y de presencia de OMG, señalando su potencial comercialización en el mercado Europeo. Esto se podría deber a que la mayoría de los cultivos intensivos de la zona se realizan bajo plástico (cultivos de tomates), no resultando especies atractivas para las abejas. En relación a lo anterior, la miel presentaría un gran potencial de desarrollo como miel tipo *Boutique*, ya que este tipo de miel con denominación de origen (ejemplo “Atacama”), podría generar un interés en los mercados europeos. (JPM Ltda., comunicación personal).

4.8 PRODUCCIÓN POTENCIAL DE MIEL DEL BOSQUE DE CHAÑAR

Cantidad de néctar secretado y producción potencial de miel por los individuos de chañar

La producción potencial de miel por individuo para el año 2011 y 2012 se presenta en la Tabla 4.15.

**Tabla 4.15. Producción potencial de miel promedio
Por individuo y del bosque de chañar**

Parámetro	Año	
	2011	2012
Producción potencial miel (g/individuo)	0,30 ± 0,09	4,04 ± 1,26
Producción potencial miel (kg/ha)	0,20 ± 0,04	2,69 ± 0,61

Valores presentados: Valores individuo Media ± (ES) n=51; Estimación de producción potencial del bosque basada en promedio de producción de miel y tabla de rodal del bosque estudiado.

La producción potencial de miel (*Pm*) a nivel individual presenta una gran heterogeneidad, cuyos coeficientes de variación son similares a los exhibidos por el néctar secretado (214% y 223% para los años 2011 y 2012, respectivamente). La producción potencial de miel individual determinada para el año 2012 es significativamente superior al año 2011, siendo en promedio cerca de 13 veces mayor.

La producción potencial de miel estimada a nivel del bosque es muy variable, alcanzando coeficientes de variación de 143% y 162% para el año 2011 y 2012, respectivamente. Las producciones de miel estimadas para el año 2012 son casi 13 veces superiores respecto a las determinadas para el año 2011.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Fenología de la comunidad de chañar

La floración de chañar y la consecuente producción de néctar y polen se producen en los meses de septiembre y octubre, concentrándose durante la segunda quincena de septiembre, originando un período aproximado de tres semanas de alta disponibilidad de alimento para la vida silvestre. Sin embargo, a nivel de comunidad la disponibilidad de alimento se mantiene relativamente constante a través del año, con valores más bajos de producción de néctar y polen. Esto beneficiaría tanto a los picaflores como a las comunidades de insectos, convirtiendo la localidad en un gran potencial sitio de conservación y posibilitando también su uso apícola.

Oferta de néctar para el picaflor de Arica y la producción apícola

La proporción total de flores analizadas que secretaron néctar fue baja, alcanzando en forma conjunta sólo un 13,5% para ambos años del estudio. Considerando la duración de cada fenofase floral y el volumen de néctar secretado por fenofase se obtuvo un volumen total promedio de $0,11 \pm 0,02$ µl/flor y $1,35 \pm 0,43$ µl/flor valor de para el año 2011 y 2012, respectivamente. Estas diferencias son atribuibles a la menor proporción de flores que produjeron néctar el año 2011. Se carece de antecedentes suficientes para inferir si esta baja proporción de flores que secretan néctar sea una característica de la especie, y/o guarde relación con factores ambientales locales, o del período de la medición. La concentración de néctar determinada también es variable aunque no resulto significativamente diferente entre ambos años de medición. Aparentemente no todas las flores de un individuo tienen la potencialidad de producir néctar o su capacidad de producir varía en distintos sitios, en temporadas y distintos años. Este es un factor de alta incidencia en la oferta de alimentación para picaflores e insectos nativos y abejas.

Las diferencias anuales en la floración y la oferta de néctar podrían estar influyendo en la cantidad de picaflores y abejas observadas. Así, la presencia picaflor de Arica en el área de estudio para ambos años de estudio, coincidió en gran medida con la floración del chañar, aunque su presencia fue más irregular el año 2011. Por el contrario, la alta concentración y actividad temporal de picaflores observada en 2012, se debería en parte a la mayor cantidad de néctar disponible.

Por otro lado, para el año 2011 se determinó una baja atractibilidad del chañar para las abejas atribuible a una baja producción promedio y calidad del néctar. En contraste, temporada 2012 fue notoriamente mayor la atractibilidad, la cual estaría relacionada con una mayor oferta en la cantidad y calidad del néctar.

El efecto del riego y fertilización (T1), los raleos y podas de formación (T2) y la combinación de ambos tratamientos (T3) no fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$), respecto a la cantidad de flores presentes en el testigo, para los años 2011 y 2012, respectivamente. Aunque las diferencias observadas no fueron sustanciales para ser atribuibles a los tratamientos de raleo y la poda de formación, se advierte un tendencia a generar una mayor cantidad de flores. En contraste, el efecto del raleo y poda de liberación de las copas de chañar de la competencia con yaro (*Acacia macrantha*) (T1), sobre la cantidad de flores producidas fue estadísticamente significativo ($p < 0,05$) para el año 2012. Igual comportamiento presentó la secreción de néctar. La aplicación de este tratamiento implicaría aumentar en un 500% (desde 4,3 hasta 26,5 ml de néctar por individuo) la producción de néctar individual e

incrementar en cerca del 600% (desde 2,5 a 17,6 l/ha, la oferta de néctar a nivel de la población de chañar.

Importancia apícola del chañar

Chañar presenta un alto valor apícola para la zona de estudio, sin embargo presenta algunas limitaciones respecto a una baja cantidad de néctar por flor secretado, un período de floración muy concentrado y algunas dificultades para la abeja para acceder a los nectarios. Esta especie se considera de gran importancia, ya que marca el inicio del desarrollo de la actividad apícola en la zona de estudio, al ser una de las primeras floraciones después de la estación invernal en donde no se registran muchas especies en floración para la zona de estudio. Así, desde el punto de vista del manejo apícola, el rol de chañar sería el de incentivar el desarrollo inicial de la colmena, para que posteriormente ésta pueda pecorear en forma óptima las floraciones melíferas de la especie acompañantes del chañar. Debido a lo anterior, si el objetivo es producir miel monofloral de chañar, entonces debería tenerse colmenas previamente desarrolladas poblacionalmente para captura el corto periodo de floración de la especie. De lo contrario, el néctar de chañar se mezclaría con el de las otras especies acompañantes.

Los resultados del análisis de calidad de la miel obtenida de chañar en la zona de estudio durante las dos temporadas (2011 y 2012), indican que ésta cumple con las exigencias internacionales para su comercialización. La miel no registró residuos de pesticidas y de presencia de OGM a pesar que en la zona de estudio existen algunos cultivos intensivos. Este es un aspecto fundamental para su potencial comercialización en el mercado Europeo.

La producción potencial de miel estimada para los rodales es baja y presenta una muy alta variabilidad interanual, alcanzando valores de $0,20 \pm 0,04$ y $2,69 \pm 0,61$ kg/ha para el año 2011 y 2012 respectivamente.

5.2 RECOMENDACIONES

Para la conservación del Picaflor de Arica

En virtud de la relevancia determinada en este estudio de la comunidad de chañar y sus especies asociadas, se recomienda seguir fomentando la estrategia de picaflor de Arica en base al establecimiento de zonas exclusivas para la conservación de la especie (red de “microreservas”), donde se debe propender a la restauración y manejo de la vegetación de importancia para la alimentación y conservación del hábitat de la especie durante el período reproductivo.

Para la producción apícola.

En general la proporción de individuos en floración presentan una alta variabilidad interanual y por ende tiene una gran influencia sobre la estimación de la producción potencial anual de néctar y miel. Para mejorar las estimaciones y acercarse al valor real de la producción, es necesario recabar información climática en distintos sitios, en varias temporadas y por varios años, hasta tener información sobre la estacionalidad y cambios de la floración asociados. En particular, el “añerismo” en la floración tiene gran relevancia en la cantidad de néctar y miel que se puede obtener. Para estos fines, independiente de estudios técnicos específicos, se debe incorporar a apicultores locales en la toma de información básica sobre fenología y producción de néctar de chañar y otras especies acompañantes.

El estudio de las especies acompañantes tiene especial relevancia, ya que chañar presenta una oferta de néctar muy concentrada en el año. Serían éstas las que mantendrían a lo largo del año la oferta de néctar y polen a nivel de comunidad, beneficiado tanto a los picafloros como a las comunidades de insectos, entre ellos las abejas. Por otro lado, debería incorporarse el estudio del polen del chañar y las otras especies de la comunidad en la oferta de alimento para las abejas.

Se debería realizar y/o sistematizar registros anuales de producción y características de la miel y polen producido por colmena, apiario y localidades específicas. En este sentido, los organismos sectoriales, de fomento y capacitación (SAG, INDAP CORFO), debieran iniciar un trabajo coordinado con productores locales de la región de Arica y Parinacota, y considerando que los resultados esperados son en el mediano plazo, al intensificarse gradualmente esta actividad.

Para el manejo de chañar.

Las siguientes recomendaciones se enmarcan en el desarrollo de una estrategia preliminar para incorporar la producción apícola al bosque dominado por chañar.

Se debe estudiar la calidad del sitio donde se desarrollan las distintas formaciones vegetales en que participa chañar. Esto es relevante para asociar estas características, no sólo con el crecimiento y/o niveles de producción de biomasa del bosque, sino también con otras variables dasométricas que incidirían en la producción de flores y por ende en las posibilidades de producir néctar para la vida silvestre y la actividad apícola. Este conocimiento no sólo será útil para estimar las producciones potenciales de néctar y miel, sino que también podría guiar actividades silvícolas (raleos, podas, etc.) que puedan modificar la estructura de los rodales y las características del suelo (ej. fertilizaciones con productos químicos u orgánicos), de manera de lograr al mismo tiempo rodales productivos desde el punto de vista de la conservación y producción apícola.

La incorporación del manejo forestal para la producción apícola del bosque natural dominado por chañar no debe circunscribir sólo a la potencialidad apícola de esta especie. Muchas de las especies acompañantes de chañar juegan un rol directa o indirectamente importante en la conservación del picaflor de Arica y en la producción apícola. Por lo tanto, se deberían conservar e incrementar la vegetación natural preexistente, incluyéndolas en los planes de forestación y/o enriquecimiento del bosque de chañar.

Frente a la presión local por el uso del chañar con fines energético y como cerco, se debe procurar durante las actividades de cosecha de biomasa dejar una estructura y composición en los rodales que asegure la permanencia y eventualmente el incremento de la potencialidad apícola de los terrenos. Esto debido a que el bosque de chañar tiene una muy baja productividad y su utilización con fines energéticos o para cerco es sólo una de las posibles formas de aprovechamiento productivo.

De esta manera la incorporación de la apicultura al manejo forestal del chañar podría ampliar las posibilidades de uso económico del bosque en el ámbito de los productos forestales no maderables (PFNM).

6 BIBLIOGRAFÍA

- ACQUARONE, C. 2004. Parámetros fisicoquímicos de mieles, relación entre los mismos y su aplicación potencial para la determinación del origen botánico y/o geográfico de las mieles argentinas. Tesis Lic. En Alim. Buenos Aires. Universidad de Belgrado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 56 p.
- BIBBY, C. J., N. D. BURGESS y D. A. HILL. 1993. Bird Census Techniques. Academic Press, San Diego, California.
- AHAS, R; JAAGUS, J. & AASA, A. 2000. The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. Int J Biometeorol 44: 159–166.
- AUBERT S., GONNET M. 1983. Mesure de la couleur des miels, Apidologie 14, 105-118.
- BASILIO, A. M. & NOETINGER, M. 2002. Análisis polínico de la Región Chaqueña: Comparación del origen floral entre las Zonas: Domo central y Esteros, Cañadas y Selvas de Rivera. RIA 31(2) :127-134.
- BAZZURRO, D. 1999. Flora apícola. Trabajo en Cultura apícola. Uruguay. 14 p.
- BELMONTE, E. 1988. Características de la secreción de néctar den *Eccremocarpusscaber* R. et P. (Bignoniacea) en relación a los hábitos de sus polinizadores. Tesis M. Cs. Biol. Fac. De Ciencias. Universidad de Chile. Santiago. 171p.
- BOYER, A.G. 2008. Extinction patterns in the avifauna of the Hawaiian islands. Diversity and Distributions 14: 509-517.
- BURKLE, L.A. & R.E. IRWIN. 2009. The effects of nutrient addition on floral characters and pollination in two subalpine plants, *Ipomopsisaggregata* and *Linumlewisii*. PlantEcology 203 83-98
- CABRERA, M. 2006. Caracterización polínica de las mieles de la provincia de Formosa, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales (Argentina) 8(2): 135-142.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE). 1997. Censo Agropecuario 1997.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE). 2007. Censo Agropecuario y Forestal 2007.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD (MINSAL). 2004. Reglamento Sanitario de los Alimentos, Santiago, Chile. 171 p.
- CIAPPINI, M.; GATTUSO, S; GATTI, M.; DI VITO, M. y GOMEZ, G. 2009. Miel de la provincia de Santa Fe (Argentina), determinación palinológica, sensorial y fisicoquímicas, según provincias fitogeográficas. Invenio (Argentina). 12(22): 109-120.
- CIREN-CORFO. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Centro de Información de Recursos Naturales, CORFO. 1990, pp 28-35.
- CORBET, S. 2003. Nectar sugar content: Estimating standing crop and secretion rate in the field. Apidologie 34:1–10.

- CORBET, S.A., UNWIN, D.M., & PRYS-JONES, O.E. 1979. Humidity, nectar and insect visits to flowers, with special reference to *Crataegus*, *Tilia* and *Echium*. *Ecological Entomology*, 4, 9–22.
- CRUZ, A.D. 2006. Rango de Ocurrencia y Abundancia del “Picaflor de Tacna” (*Eulidia yarrellii*) en el Sur del Perú. Report. Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua-Tacna, Tacna.
- CRUZ, G.; GALLARDO, M. Y SERRA, M.T. 2010. Valor apícola de las especies del bosque y matorral esclerófilo de Chile central. Honey bee foraging value for species of forest and shrubland of central Chile. 5to Simposio Nacional Apícola. Santiago. 29 y 31 de Julio de 2010.
- CRUZ, G.; SERRA, M.T. y GALLARDO, M. 2008. Flora de aptitud apícola del bosque y matorral esclerófilo de la zona central de Chile. Informe Técnico. Natural Responses S.A. Santiago. 85p.
- DADANT, C. 1975. La colmena y la abeja melífera. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 936 p.
- DÍAZ, J. 2007. Estructura de los nectarios de *Quillaja saponaria*, dinámica de secreción de néctar y polinizadores asociados: incidencias en la producción de miel. Tesis Magíster en Recursos Naturales. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 70 p.
- DÍAZ, J.; GÓMEZ, M Y MONTENEGRO, G. 2009. Secreción de néctar de quillay. Una Herramienta para la apicultura sustentable. *Agronomía y Forestal* 35: 27-29.
- DEMAIO, P.; KARLIN, U.O. Y M. MEDINA. 2002. Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A. Buenos Aires.
- DOMINGUEZ, M. 2005. Catálogo de las mieles de Entre Ríos y sus propiedades. Simposio en miel de exportación. Paraná, Argentina. 22 p
- ESTADES, C.F. & J. AGUIRRE. 2009. Estimación poblacional del Picaflor de Arica – Octubre 2009. Unión de Ornitólogos de Chile – Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago.
- ESTADES, C.F. & J. AGUIRRE. 2012. Estimación poblacional del Picaflor de Arica – Octubre 2012. Unión de Ornitólogos de Chile – Ministerio del Medio Ambiente. Santiago. 13 p.
- ESTADES, C.F. & J. AGUIRRE. Nesting Ecology of the Endangered Chilean Woodstar (*Eulidia yarrellii*). En revisión en *Bird Conservation International*.
- ESTADES, C.F. 2010. Estado del Arte del Conocimiento sobre el Picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*). Ministerio del Medio Ambiente. 32 p.
- ESTADES, C.F., J. AGUIRRE, M.A.H. ESCOBAR, J.A. TOMASEVIC & M.A. VUKASOVIC. Water quality shapes bird communities in desert valleys of Northern Chile. En preparación.
- ESTADES, C.F., J. AGUIRRE, M.A.H. ESCOBAR, J.A. TOMASEVIC, M.A. VUKASOVIC. & C. TALA. 2007. Conservation Status of the Chilean Woodstar *Eulidia yarrellii*. *Bird Conservation International* 17:163-165.
- EYNARD, C. & L. GALETTO. 1999. Estructura floral y variabilidad intraespecífica de *Geoffroea decorticans* (Fabaceae). *Darwiniana* 37 (3-4-): 219-228.

- EYNARD, C. & L. GALETTO. 2002. Pollination ecology of *Geoffroea decorticans* (Fabaceae) in central Argentine dry forest. *Journal of Arid Environments* 51:79–88.
- FAEGRI Y VAN DER PIJL, 1971. The principles of pollination ecology. Pergamon Press. N. York. USA. 291p.
- FAGUNDEZ, G. A. & M. A. CACCAVARI. 2006. Pollen analysis of honey from the central zone of the Argentine province of Entre Ríos. *Grana* 45: 305-320.
- FAGUNDEZ, G.; VECA, M. y COSSUTTA, E. 2009. Algarrobo unifloral honey, first results of palynological, physico-chemical and sensorial characterization, in Ischilín region (Córdoba-Argentina). Beekeeping for rural development – posters (On Line). <www.apimondia.org/2009/proceedings.htm> (15 nov 2009).
- FAO – WHO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / HEALTH WORLD (FAO/WHO). 2001. *Codex Alimentarius*. Texto abreviado. Roma. Italia. 459 p.
- FIELDSÁ, J. & N. KRABBE. 1990. Birds of the High Andes. Copenhagen: University of Copenhagen & Svendborg: Apollo Books.
- GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 165 p.
- GALLARDO, M. 1993. Proposición de un modelo y evaluación de variables para estimar el potencial melífero y polínífero de la vegetación para la apicultura. Memoria de Título. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 73 p.
- GLAVAC, V. Y HAKES, W. 1996. Vegetationsökologie. Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Gustav Fischer. Stuttgart. Germany 368 p.
- GOJMERAC, W. 1984. Evolución de la industria apícola. Bilbao, España. Banco de Bilbao. Boletín de información Agraria Nº 93. 131 p.
- HUAIQUIL, S.; VILLEGAS, G.; SEPÚLVEDA, G. Y REBOLLEDO, R. 2009. Sanidad apícola en el valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota, Chile. IDESA (Chile). Volumen 27, Nº 2, Páginas 71-781
- IUCN. 2000. Red list of Threatened species. Gland Switzerland: The World Conservation Union.
- JEAN-PROST, P. 1985. Apicultura. Conocimiento de la Abeja. Manejo de la Colmena. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 573 p.
- KEVAN, P.G. & BAKER, H.G. 1983. Insects as flower visitor and pollinators. *Annual Review of Entomology*. 28: 407-453.
- LEWIS, J. P.; PIRE, E. F., PRADO, D. E., STOFELLA, S.L., FRANCESCHI, E. A. Y N. J. CARNEVALE. 1990. Plant communities and phytogeographical position of a large depression in the Great Chaco, Argentina. *Vegetatio* 86: 25-38.
- LONDO, G. 1984. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. In: Knapp, R. (Ed.), *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*. Handb. Veg. Sci. 4, The Hague, pp. 45-49.

- LÓPEZ-JAÚREGUI, A Y ELOUSA, P. 2004. Estimaciones bootstrap para el coeficiente de determinación: un estudio de simulación. Revista Electrónica de Metodología Aplicada Vol. 9 nº 2, pp. 1-14.
- LUEBERT, F. & PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 316p.
- LÜHR, D. 2011. Implementación de bebederos artificiales en la conservación del Picaflor de Arica [*Eulidia yarrellii* (Bourcier 1847)]. Seminario de Título Biólogo Mención Medio Ambiente. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Santiago. 54p.
- MARTÍNEZ, L. 1989. Caracterización y antecedentes para el manejo del chañar (*Geoffroea decorticans* [Gill. Ex Hook et Arn]) en la zona de Copiapó. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago. 131 p.
- MATTA, A. 1976. Presencia de *Galleria mellonella* (L) (Lepidoptera: Pyralidae) en Arica. Idesia (Chile). 4:153-155.
- MEDA, A.; LAMIEN, C.; MILLOGO, J.; ROMITO, M. y NACOLMA, O. 2005. Physicochemical analyses of Burkina Fasan honey. Acta Veterinaria Brno(Republica Checa) 74: 147-152.
- MENZEL, A. 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1981 y 1996. Int. J. Biometeorol. 44 (2): 76-81.
- MIRANDA, L.A. 1991. Etnopercepción andina. Dialogo andino 10: 11-20.
- MIRANDA, M. 1997. Aspectos fenológicos de algunas especies del matorral y bosque esclerófilo en la Reserva Nacional Las Chinchillas, IV Región. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Santiago. Chile. 93 p.
- 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. 82p.
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y ELLEMBERG, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 p.
- MUÑOZ, I. 1985. Tempranos cultivos de plantas en poblaciones prehispánicas del valle de Azapa. IDESIA 9: 57-62.
- NICOLSON, S.W. & R.W. THORNBURG. 2007. Nectar Chemistry. En Pacini, E. Nepi, M., and Nicolson, S (eds). Nectaries and Nectar: A Modern Treatise. Springer. Pp 215-263.
- OLEA, M. 1986. Evaluación de los acopios de polen y néctar en apiarios de la provincia de Valdivia. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.

- PÉREZ-BAÑÓN, C. 2000. Biology of the syrphids (Diptera: Syrphidae) of the insular ecosystems in the Community of Valencia: aspects of the insect-plant relationship. PhD thesis (in Spanish, with English summary). Alicante: University of Alicante.
- PETANIDOU T, SMETS E. 1996. Does temperature stress induce nectar secretion in Mediterranean plants? *New Phytologist*. 133:513–518.
- PETANIDOU, 2007. Ecological and evolutionary aspects of floral nectars in Mediterranean habitats. En Pacini, E. Nepi, M., and Nicolson, S (eds). *Nectaries and Nectar: A Modern Treatise*. Springer. 343-367.
- PETANIDOU, T. 1999. Long-term intraspecific variations in nectar secretion in the phrygana: implications for ecological management. In: T.D. Lekkas (Ed.), *Proceedings of the 6th International Conference of Environmental Science and Technology* (volume A, pp. 480–489). Athens.
- PICCIRILLO, G.; RODRIGUEZ, B. y OJEDA, G. 1998. Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos en mieles cosechadas durante la época seca de ocho zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad de Zulia (Venezuela)* 15: 486-497.
- PRETZSCH, H. 2009. *Forest dynamics, growth and yield. From measurement to model*. Springer. 664p.
- PYWELL, R.F., E.A. WARMAN, C. CARVELL, T.H. SPARKS, L.V. DICKS, D. BENNETT, A. WRIGHT A, CRITCHLEY CNR, SHERWOOD A. 2005. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation* 121:479-494
- QUALITAS AGROCONSULTORES. 2006. Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile. Documento Síntesis. Centro Nacional de Desarrollo Apícola. Santiago. 44 p.
- RALLO, J. 1986. *Frutales y abejas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid. España 231 p.
- RAMÍREZ, M. 1995. Caracterización de azúcares del néctar de flores de néctar de manzano, arandano y mora híbrida en la Décima Región de Chile. Tesis. Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. 118 p.
- RUOFF, K. 2006. Authentication of the botanical origin of honey. Ph.D. thesis. Zurich. Institute of Food Science and Nutrition (ETH). Germany. 203 p.
- SANTORO, C. 1995. Late Prehistoric Regional Interaction and Social Change in a Coastal Valley of Northern Chile, PhD Dissertation, University of Pittsburgh.
- SCHICK, B., SPÜRGIN, A. 1997. *Die Bienenweide*. Handbuch der Bienenkunde. Ulmer. Stuttgart. 216 p.
- SERRA, M.T. 1997. Chile En: FAO/PNUMA; Árboles y Arbustos de las Zonas Áridas de América Latina. Serie Zonas Áridas y Semiaridas N° 12. Programa FAO FAO/PNUMA de Control de desertificación en América Latina.

- SERRA, M.T. 2009. Flora y Vegetación de los valles Chaca y Vitor (XV Región de Arica y Parinacota, Chile). Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. Documento interno. Santiago. Chile. 14 p.
- SHUEL, R.W. (1955). Nectar secretion in relation to nitrogen supply, nutritional status, and growth of the plant. *Canadian Journal of Agricultural Science*, 35, 124–138.
- ULIBARRI, E.A.; E.V. GÓMEZ SOSA; A.M. CIALDELLA; R.H. FORTUNATO & D. BAZZANO (2002). Leguminosas Nativas y Exóticas. En Hurrell, J.A & H.B. Lahitte (*eds.*) *Biota Rioplatense VII*. LOLA. Buenos Aires. 320 pp.
- UÑATES, M.; AGUILAR, A.; PIOLA, H.; STURNIOLO, H.; AGUILAR, E. y MONLINS, M. 1999. Estudio físico-químico de mieles de la provincia de San Luis-República Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 49(2): 193-197.
- VAN DONGEN, W.F.D., I. LAZZONI, H. WINKLER, R.A. VÁSQUEZ & C.F. ESTADES. Reproductive interference and resource competition between an endangered and a recently-arrived hummingbird. En prensa en *Biological Invasions*.
- VITA, A. 2007. Silvicultura en zonas áridas. En: De la Maza, C; Hernandez, J. y Estades, C. 2007. *Biodiversidad: Manejo y conservación de los recursos forestales*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Editorial Universitaria. Santiago. 362-403.
- WHITE, J.W. 1980. Hidroxymethylfurfural content of honey an indicator of its adulteration whit invert sugars. *BeeWorld* 61(1):29-37.
- WOLF, M. 1998. Aspectos sobre la dinámica de la producción de néctar en el ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.). Tesis. Escuela de Agronomía Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 81p.

ANEXOS



**ESTRATEGIAS SILVÍCOLAS PARA INCREMENTAR LA OFERTA DE
NÉCTAR DE CHAÑAR (*Geoffroea decorticans*), PARA LA
ALIMENTACIÓN DEL PICAFLOR DE ARICA (*Eulidia yarrellii*)
Y EL DESARROLLO DE LA APICULTURA LOCAL
EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA**

PROYECTO 024/2010

**GUSTAVO CRUZ M.
CRISTIAN ESTADES M.
MARIO GALLARDO O.**

**SANTIAGO
MARZO 2013**

ANEXO 1: LISTA DE LA FLORA VASCULAR PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO CHACA, PROVINCIA ARICA, REGIÓN ARICA Y PARINACOTA

Taxones	Nombre común	Forma de crecimiento	Estado de conservación	Origen
AMARANTHACEAE				
<i>Althernanthera halimifolia</i>		Arbusto		Sin clasificar
ANACARDIACEAE				
<i>Schinus molle var. Areira</i>	Molle	Árbol		Autóctonas
ASTERACEAE				
<i>Baccharis scandens B. petiolata</i>	Sunchos	Arbusto		Autóctonas
<i>Baccharis angustifolia</i>	Chilca	Arbusto		Autóctonas
<i>Baccharis pingraea</i>	Chilca	Arbusto		Autóctonas
<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Arbusto		Autóctonas
<i>Pluchea chingoyo</i>	Chingoyo	Arbusto		Autóctonas
<i>Tessaria absinthioides</i>	Sonora	Arbusto		Autóctonas
<i>Trixis cacolioides</i>		Arbusto		Autóctonas
BORAGINACEAE				
<i>Tiquilia paronychioides</i>	Flor de Arena	Hierba		Autóctonas
CHENOPODIACEAE				
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	Hierba		Autóctonas
<i>Sarcocornia fructicosa</i>	Hierba Sosa	Suculenta		Autóctonas
CYPERACEAE				
<i>Scirpus sp.</i>	Junquillo	Hierba		Sin clasificar
EQUISETACEAE				
<i>Equisetum giganteum</i>	Cola de Caballo	Hierba	Rara	Autóctonas
ESCALLONIACEAE				
<i>Escallonia angustifolia</i>	Tasta	Arbusto		Autóctonas
EUPHORBIACEAE				
<i>Euphorbia meyeniana</i>	Pichoga	Arbusto		Sin clasificar
<i>Euphorbia peplus</i>	Pichoga	Hierba		Alóctonas
FABACEAE				
<i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar	Árbol		Autóctonas
<i>Indigofera sp</i>	Añil	Hierba		Sin clasificar
<i>Medicago hispida</i>	Trevillo	Hierba		Alóctonas
<i>Melilotus indica</i>	Trevillo	Hierba		Alóctonas
<i>Otholobium pubescens</i>	Culén	Arbusto		Alóctona
LAMIACEAE				
<i>Leonotis leonorus</i>	Cardo Africano	Arbusto		Alóctonas
MALVACEAE				
<i>Malva nicaensis</i>	Malvilla	Hierba		Sin clasificar
MIMOSACEAE				
<i>Acacia macracantha</i>	Yaro	Árbol		Autóctonas
<i>Prosopis strombulifera</i>	Fortuna	Arbusto	Vulnerable	Autóctonas
MYRICACEAE				

<i>Myrica pavonis</i>	Guacano	Árbol	Vulnerable	Autóctonas
OLEACEAE				
<i>Olea europea</i>	Olivo	Árbol		Alóctonas
POACEAE				
<i>Arundo donax</i>	Caña	Hierba		Alóctonas
<i>Cynodon dactylon</i>	Pata de Perdiz	Hierba		Alóctonas
<i>Distichlis spicata</i>	Gramma Salada	Hierba		Autóctonas
<i>Polypogon monspeliensis</i>	Colita de ratón	Hierba		Autóctonas
<i>Sporobulus indica</i>		Hierba		Autóctonas
<i>Zea mays</i>	Choclo	Hierba		Alóctonas
PORTULACACEAE				
<i>Portulaca oleraceae</i>	Verdolaga	Hierba		Autóctonas
RUTACEAE				
<i>Citrus limón</i>	Limón	Árbol		Alóctonas
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Árbol		Alóctonas
SALICACEAE				
<i>Salix humboltiana</i>	Sauce	Árbol		Autóctonas
SOLANACEAE				
<i>Lycopersicon chilense</i>	Tomate Silvestre	Hierba		Autóctonas
<i>Lycopersicon peruvianum</i>	Tomatillo	Hierba		Autóctonas
<i>Lycopersicon sculentum</i>	Tomate	Hierba		Autóctonas
<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaco Cimarron	Arbusto		Autóctonas
STERCULIACEAE				
<i>Waltheria ovata</i>	Lucraco	Arbusto		Sin clasificar
TYPHACEAE				
<i>Typha angustifolia</i>	Totora	Hierba		Sin clasificar
VERBENACEAE				
<i>Lantana cámara</i>	Lantana	Arbusto		Autóctonas

ANEXO 2: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO, CHACA, PROVINCIA ARICA, REGIÓN ARICA Y PARINACOTA

CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SUELO

Suelo de origen aluvial, ligeramente profundo, ocupando posición en terraza fluvial. La vegetación arbórea predominante corresponde a chañar con una cobertura media de 0 a 25%. De textura franco arenosa y color pardo en el matiz 2,5YR en superficie, y 10YR en profundidad con textura franca. Bien drenado. Pedregosidad superficial moderada (10%) y afloramientos rocosos nulos (0%). Presenta horizontes 2C y 3C de origen de depositaciones fluviales antiguas, a partir de los 54 y 100 cm. respectivamente.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MORFOLÓGICAS DEL PEDÓN

PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
0 – 24 C	Pardo amarillo ligero (2,5YR 6/3) en seco; arenoso franco; muy friable, no plástico y no adhesivo; estructura bloque subangular débil. Raíces finas y media abundante. Porosidad media abundante, fina escasas. Presencia de clastos angulares y subangulares menores a 10 cm, escasos. Límite lineal, claro.
25 – 54 C2	Pardo amarillento ligero (2,5YR 6/3) en seco; franco arenosa; muy friable, no plástico y no adhesivo; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas escasas. Porosidad fina y mediana escasa.
54- 110 2C	Pardo amarillento grisáceo (10YR 4/4) en seco; franco; friable, plástico y ligeramente adhesivo; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas y medias escasas. Porosidad fina abundante, mediana escasa.
100 + 3C	Pardo pálido (10YR 6/3) en seco; arenoso; no plástico y no adhesivo; sin estructural. Raíces medias escasas.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL PEDÓN

PARÁMETRO	UNIDAD	Profundidad			
		0- 24	25- 54	54 - 110	110 +
pH					
Conductividad eléctrica	dS/m	15,60	3,07	2,95	0,947
Materia orgánica	%	0,41	0,13	0,98	0,069
Nitrógeno total	%	0,01	0,04	0,05	0,01
Nitrógeno disponible	ppm	12,0	7,8	8,6	1,41
Fósforo disponible	ppm	1,16	ND	1,17	ND
Potasio disponible	ppm	307,7	191,9	229,4	230,1
Presencia de carbonatos		Leve (+)	Leve(+)	Leve(+)	Leve(+)

ANEXO 3: FUNCIONES LOCALES DE BIOMASA POR COMPONENTE PARA CHAÑAR (*Geoffroea decorticans*) EN CHACA, REGIÓN ARICA Y PARINACOTA.

Función /componente	R²	EE	n
Peso seco total (kg)= 0,063+2,126 ln (db)	0,81	0,50	40
Peso seco fuste (kg)= 0,026+2,061 ln (db)	0,57	0,87	40
Peso seco ramas (kg)= 0,013+2,113 ln (db)	0,74	0,60	40
Peso seo ramillas (< 2cm) (kg)= 0,003+2,835 ln (db)	0,61	1,09	40
Peso seco hojas (kg)= 0,028+1,155 ln (db)	0,46	0,60	40

Funciones no aditivas; Dc: diámetro basal de la cepa en cm; todas las funciones significativas (p< 0,05)

ANEXO 4: ANTECEDENTES BOTANICOS Y ECOLOGICOS DE CHAÑAR (*Geoffroea decorticans*), COMO BASA PARA SU VALORACIÓN APÍCOLA.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA: *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. Et Arn.) Burkart), perteneciente a la Familia Fabaceae.

Árbol pequeño de 6 hasta 10-12 m o arbustos de 3-6 m de altura. Caducifolios optativos. Tronco grueso de hasta 40 cm de diámetro, tortuoso. La copa es muy ramificada, abierta, formada por ramas espinosas lignificadas. Ramas cilíndricas terminadas en espinas, tortuosas. Las ramitas espinescentes tienden a crecer verticales de 45° del tronco principal determinando así la forma de la copa (Demaio et al., 2002).

Hojas fasciculadas reunidas en braquiblastos, verde-grisáceas, seríceo-pubescentes, imparipinnadas de 1-7 cm de largo, foliolos 5-11, alternos u opuestos. Fruto drupáceo, globoso de 1,5-3 cm de diámetro, rojizo, lustroso. Semillas 1-2 fusiformes, surcadas transversalmente, blandas, rojizas (Ulibarri et al., 2002). Pulpa dulce y pastosa (Demaio et al., 2002).

Flores agrupadas en racimos más o menos densos de 2-5 cm longitud en braquiblastos, de 2,5 cm de largo, puberulos. Cada inflorescencia puede llevar entre 3-8 (Eynard y Galetto, 2002) a 10-40 flores (Demaio et al., 2002).

Morfología floral: Flores hermafroditas de hasta 6-10 mm de largo, cáliz acampanado con 5 dientes, puberulo. Corola amarilla brillante con estrías anaranjadas, es erecta y típicamente papilionoidea, estambres fusionados 9+1 de longitud variable. Ovario supero pubescente, estilo algo incurvo, glabro con 3-4 óvulos. Los nectarios están ubicados en la base de la columna estaminal, en la cara interior, rodeando el ovario. El néctar es rico en sucrosa y durante la vida total de la flor individual alcanza un promedio de producción de entre 0,2 y 0,7 µl (Eynard y Galetto, 2002).

Polinización: El chañar es una especie entomófila, presenta polinización cruzada (xenogamia) ya que numerosos insectos pueden visitar las flores especialmente al inicio de la temporada de floración. Eynard y Galetto (2002), señalan un 60% de visitas de *Apis mellifera*.

Fenología: Florece desde Septiembre a Noviembre.



ECOLOGIA: Es una especie heliófila, pionera, tolerante al frío y a la sequía (Demaio et al., 2002), siendo un elemento xerófito que forma extensas colonias uniformes o bosquecillos debido a la regeneración natural mediante las raíces gemíferas (Ulibarri et al., 2002). Crece en climas desérticos costeros con nubosidad abundante, como asimismo, andinos y desérticos transicional, caracterizados por la escasez de precipitaciones, así como la ocasionalidad de su ocurrencia y altas temperaturas.

En Chile, el chañar se encuentra creciendo hasta alrededor de 3.020 m de altitud, en condiciones muy favorables de oasis y con el entorno de características desérticas (Serra, 1997). Se desarrolla en terrenos planos y con escasa pendiente 0-7% ya sea en los pie de montes de fondos de valle y terrazas aluviales. Se asocia a cercanías de cursos de agua o bien donde el nivel freático está cercano a la superficie (50 cm). Además de su distribución natural definida por factores ambientales principales como la altitud y la precipitación (Vegetación zonal), es también frecuente su presencia en área de Vegetación azonal tales como salares, quebradas y chacras.

En Chile los bosques de chañar proliferaron en los oasis y quebradas tarapaqueñas bajas, por ejemplo en el Valle de Chaca-Vitor en la provincia de Arica-Parinacota y en los oasis atacameños de San Pedro de Atacama. En los salares atacameños se encuentran oasis fértiles con presencia de *Prosopis alba* y *Geoffroea decorticans*, como ocurre en los ayllus de San Pedro y Toconao.

ANEXO 5: CRITERIOS Y METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL VALOR APÍCOLA DEL CHAÑAR

EXTRACTO DEL DOCUMENTO VALOR APÍCOLA DE LAS ESPECIES DEL BOSQUE Y MATORRAL ESCLERÓFILO DE CHILE CENTRAL

Honey bee foraging value for species of forest and shrubland of central Chile

Gustavo Cruz M. ; Mario Gallardo P. y María Teresa Serra V.

Trabajo presentado al 5^{to} Simposio Nacional Apícola. Santiago. 29 y 31 de Julio de 2010.

CRITERIOS PARA EVALUAR APTITUD APÍCOLA DE LAS ESPECIES

Crterios	Descripción	Valoración
Calidad	Tipo de producto (polen, néctar), cantidad y calidad (concentración de azúcar del néctar y abundancia de néctar) y (cantidad y facilidad de pecoreo de polen)	Alta: Polen y/o néctar abundante; con alto concentración de azúcar y/o alta facilidad de pecoreo de polen Media: Polen y/o néctar de regular a baja cantidad y/o concentración de azúcar, y regular a baja cantidad de polen pecoreable. Baja: Produce muy poco o no produce polen y/o néctar en cantidad y/o concentración para ser pecoreado
Disponibilidad	Abundancia y frecuencia de la especie en el área de estudio	Alta: Abundante y frecuente Media: Abundante, pero poco frecuente; o frecuente, pero poco abundante Baja: Poco frecuente y poco abundante
Accesibilidad de la flor	Morfología de las flores que facilitan o dificultan el acceso de las abejas al néctar y/o polen.	Alta: Flores abiertas con nectarios muy accesibles, flores grandes y numerosas Media: Flores semiabiertas, nectarios medianamente accesibles y/o pequeños Baja: Flores cerradas, muy tubulares, nectarios poco accesibles

Duración de la floración	Duración en meses del período de floración en el área de estudio. No considera los períodos locales de floración que son sensiblemente menores	Alta: > 4 meses Media: 2-4 meses Baja: < 2 meses
Tolerancia ecológica	Tolerancia relativa a condiciones adversas (heladas, sequías, viento, etc.) que afecte la producción de néctar y/o polen. Se indica en particular para cada especie.	Alta: Factores adversos no afectan la producción de néctar y/o polen Media: Factores adversos afectan ocasionalmente la producción de néctar y/o polen Baja: Factores adversos afectan la producción de néctar y/o polen
Oportunidad de la floración	Momento del año en que ocurre la floración y a la existencia, o no, de otras especies que florezcan al mismo tiempo y a la coincidencia con las actividades críticas de manejo del apiario	Alta: Florece generalmente sola; coincidente con etapa muy crítica en el manejo del apiario (fines invierno o fines de verano o otoño) Media: Florece junto a otras especies en período coincidente con etapa crítica del manejo del apiario Baja: Florece sincrónicamente con otras especies, en período con nula o baja actividad de la colmena
Valoración general	Estimación global de su aptitud apícola en función de los criterios analizados.	Puntaje total (Suma valoración por criterio) Alta = 15 - 18; Media = 10 - 14; Baja = 6 - 9

Puntaje para los criterios Alta = 3; Media = 2; Baja = 1

ANEXO 6: PROTOCOLO PRELIMINAR DE INTERVENCIONES SILVÍCOLAS PARA CHAÑAR PARA FAVORECER LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NÉCTAR

ANTECEDENTES PARA LA SILVICULTURA

El chañar, *Geoffroea decorticans*, es una especie heliófila y pionera que regenera principalmente a partir de rebrotes de raíces y yemas proventicias de la base de los tallos (Martinez, 1989). Esta particularidad se debe a que posee raíces geminíferas, las cuales rebrotan originando nuevos individuos después de cortas o disturbios ambientales como inundaciones y arrastre de materiales. Aunque su producción de frutos es alta, la regeneración natural proveniente de semillas es difícil, debido al ramoneo, compactación y degradación del suelo por el ganado doméstico, lo que impide su establecimiento en forma exitosa. Esta estrategia regenerativa conduce a la conformación de bosques heterogéneos en general poco densos con estructura de monte bajo o medio con agrupaciones de chañares en forma de “islotas”, en los que en el centro, se ubica un ejemplar adulto más desarrollado y en torno a él se ubican varios individuos de menor tamaño, generalmente de origen vegetativo (Lewis et al., 1990; Eynard & Galetto, 2002; Estades et al., 2009).

Las intervenciones silviculturales para aumentar la floración y producción de néctar, implican la manipulación de aquellas variables vegetales y ambientales susceptibles de ser modificadas a un costo económico, social y ambiental razonable. Así, mediante los raleos, podas de formación, cortas de mejoramiento y sanitarias de los individuos, se busca favorecer el desarrollo espacial de la copa, facilitar la incidencia de la luz hacia el interior de ésta, eliminar tejidos leñosos dañados o secos, favoreciendo al mismo tiempo el desarrollo de los brotes florales remanentes.

OBJETIVO DE MANEJO

Incrementar la floración del chañar (*Geoffroea decorticans*) con el fin de aumentar la oferta alimenticia para el picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) y la abeja común (*Apis mellifera*).

ESTRUCTURA DE MANEJO

Considerando el objetivo de manejo planteado, los resultados de este proyecto, las características de la especie y la estructura de las formaciones vegetales actuales en que participa chañar, el manejo de rebrotes de monte bajo constituye la forma de silvicultura más adecuada para alcanzar los objetivos. El esquema propuesto corresponde a una **corta de mejoramiento**¹, consistente en clareos, raleos y podas de formación a los vástagos de las cepas, con el fin de aumentar el tamaño de los individuos a través de estimular su crecimiento en diámetro, altura y diámetro de la copa. Esto en virtud de que se determinó que existe una relación positiva entre la floración y el tamaño de los individuos.

¹ El término corta de mejoramiento empleado no corresponde en el sentido estricto a lo indicado en la silvicultura tradicional de la zona centro sur del país (Vita, 2007). En este protocolo se trata de una combinación de corta de liberación y sanitaria cuyo objetivo es “mejorar” el individuo y el rodal.

INTERVENCIONES

En particular este esquema considera un ciclo periódico (4 a 6 años, según calidad de sitio forestal) de las siguientes intervenciones:

- **Clareo o raleo** de los vástagos de la cepa dejando el menor número posible de éstos de buena sanidad, de diámetros mayores a 5 cm, homogéneamente distribuidos en la cepa.
- **Poda de ramas** para conformar un copa amplia, simétrica, de forma esferoide que reciba buena iluminación y que esté conformada mayoritariamente por ramas y ramillas vivas (verdes).
- **Retención** de todos los individuos de chañar de grandes dimensiones con fines de: mantención de la biodiversidad, producción de néctar, frutos, protección del paisaje, refugio para la avifauna (y eventualmente del ganado doméstico) y en menor medida, para la protección del suelo y cursos de agua (riberas). También se considera la mantención de todas las especies leñosas acompañantes de chañar en la comunidad.
- **Enriquecimiento** eventual con plantas de chañar y/o otras especies de la comunidad original productoras de néctar y polen en el caso de no existir regeneración natural. Se persigue aumentar la cobertura, mantener la composición y propender a una estructura de monte medio. En particular se deben considerar aquellas especies en categoría de conservación.

APLICACIÓN Y RESULTADOS ESPERADOS DE ESQUEMA SILVICOLA

- **Clareo y Raleo:** El raleo inicial puede considerarse moderado a fuerte, debido a que se extrae entre 1,6 y 3,1 kg de biomasa leñosa y foliar por cepa, lo que representa el 30 y el 46% de la biomasa total de la cepa respectivamente. Esta intervención silvícola tiene por fin disminuir la densidad de las cepas, favoreciendo los vástagos vigorosos de manera de concentrar el crecimiento de los vástagos, propendiendo al desarrollo de su copa. Se espera una respuesta favorable al raleo de los individuos remanentes de chañar, aumentando el crecimiento en diámetro y biomasa. Se estima un crecimiento estimado en biomasa después intervención de 0,4-0,6/kg/cepa/año). Cabe destacar, que esta biomasa estará constituida por árboles de dimensiones intermedias y de buena vitalidad. Así se pretende convertir los individuos del bosque natural, generalmente degradado y sin un manejo técnico, en uno manejado, con individuos de buenas características para la producción de flores. La mayor parte la biomasa total extraída puede ser aprovechada (principalmente fustes y ramas gruesas) como combustible y cercos. En ciclos de raleos de entre 4 a 6 años, de intensidad variable podrán extraerse aquellos vástagos menos vigorosos y/o secos.
- **Poda de formación:** Mediante la poda se extrae un volumen promedio de alrededor de 1,0 m³/cepa, lo que representa entre 17,8 y 22,0% del volumen total de copa individual. Esta poda busca favorecer el desarrollo espacial de la copa, facilitar la incidencia de la luz hacia el interior de ésta, eliminar tejidos

leñosos dañados o secos, favoreciendo al mismo tiempo el desarrollo de los brotes florales remanentes. En su aplicación se disminuye la densidad de ramas que conforma la copa, incrementando al mismo tiempo el volumen susceptible de soportar flores durante la floración. La poda estimula la producción de brotes que “rejuvenecen la copa”, lo que incide directamente en su vitalidad. Se espera que los individuos de chañar recuperen parcial o totalmente su volumen de copa ya que se estima un crecimiento después de la intervención entre 0,6-1,5/m³/cepa/año. En combinación con los ciclos de raleos se deberían realizar podas de mantenimiento de intensidad variable, mediante las cuales se deberán extraer aquellas ramas menos vigorosas, secas o que no conduzcan a la conformación de una copa simétrica. Como criterios de corta se debe tender a obtener un largo de copa > 50% y a una relación altura total/ diámetro de copa, superior a 1. Es importante señalar que las podas a realizar tiene un fin sanitario y de formación de la copa y no tienen por objetivo directo inducir la floración. Este proceso es aún desconocido para chañar y se deberán establecer estudios específicos para su determinación.

- **Retención.** Se considera la retención de todos los individuos de chañar de grandes dimensiones y de las especies leñosas acompañantes de interés para la producción de néctar, polen, frutos, provisión de refugio para la avifauna (y eventualmente del ganado doméstico) y para protección del suelo y cursos de agua (riberas).
- **Enriquecimiento.** Con objeto de aumentar la cobertura vegetal, de reemplazar aquellas cepas que no rebotan y mantener una estructura de monte medio, se considera realizar un enriquecimiento con de otras especies de la comunidad original productoras de néctar y polen en el caso de no existir regeneración natural. Eventualmente, también utilizaría chañar, si no existe regeneración de la especie. Sin embargo, se estima que no sería necesario debido a que su regeneración vegetativa es particularmente exitosa. La cantidad de plantas por hectárea a utilizar depende de la estructura actual del bosque en particular la densidad de cepas por hectárea con capacidad de generar rebrotes de raíz. En base a antecedentes de la localidad estudiada se estima preliminarmente la incorporación de 200 a 400 plantas/ha. Las plantas a utilizar deber ser de buena calidad, con abundante raíz y a lo menos dos temporadas en contenedor para sobrevivir las condiciones de estrés hídrico y temperaturas extremas. En la época seca pueden ser necesario riego. Para establecer los individuos, se plantea la necesidad de realizar casillas de plantación de a lo menos 30 x 30 x 40 cm. Idealmente la disposición de plantación no debiera ser exactamente rectangular y debiera buscarse sectores descubiertos y aprovechar microsítios, en donde pueda existir un efecto protector para las plantas de la excesiva insolación y exposición al viento (rocas, piedras otra vegetación). Otro aspecto relevante para favorecer la sobrevivencia, es la protección individual o colectiva (cerco perimetral) de las plantas establecidas contra ganado doméstico.

Para aplicación intensiva de otros tratamientos intermedios con objeto de mejorar la producción de flores como fertilización y riego aún no existe información concluyente. Por lo que se debe seguir investigando su efecto en el caso particular del chañar.

El esquema silvícola propuesto es compatible con otros usos consuntivos y no consuntivos del recurso

forestal, tales como: obtención de combustible, producción de frutos, uso recreacional, silvopastoral, agroforestales y apícola. Esta compatibilidad es de vital importancia para la economía local, ya que con este sistema no se alteraría sustancialmente su modo tradicional de uso de la tierra, ni afecta sensiblemente otras actividades productivas. En particular, el esquema silvícola permite el uso apícola de los rodales. Este uso contribuye a su valoración y conservación, ya que éste puede ser visto como “productor” de miel y otros productos apícolas, incentivando a los propietarios a conservar los bosques naturales dominados por chañar y su vegetación asociada. La producción potencial de miel estimada los rodales con chañar es muy variable, alcanzado valores que fluctúan entre los 0,2 y 2,7 kg ha⁻¹ considerando sólo chañar, esto es debido a variaciones anuales y locales en la floración y producción de néctar de los individuos.

Las posibles consecuencias de las intervenciones de los bosquetes de chañar sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos de esta formación, son consideradas de impacto local y acotado. Esto debido a que se trata de un sector altamente artificializado con alta presencia de especies introducidas.