



Monografía de ESPINO *Acacia caven* (Mol.) Mol

Editora: **Susana Benedetti R.**

Programa de Investigación
de Productos Forestales no Madereros

Diciembre, 2012

Instituto Forestal 2012

Sucre 2397 – Ñuñoa

Santiago - Chile

Teléfono 2366 7115

www.infor.cl

Registro Propiedad Intelectual N° 224.330

ISBN N° 978 -956-318-069-5

Contenido

INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES GENERALES	7
1.1. Taxonomía	7
1.2. Caracterización botánica	9
1.3. Distribución geográfica y superficie en Chile	13
1.4. Asociaciones vegetacionales	13
1.5. Requerimientos ecológicos	16
1.5.1. Clima	16
1.5.2. Suelo	16
1.5.3. Topografía y Altitud	17
1.6. Floración y producción de semillas	17
1.7. Aspectos fitosanitarios	19
1.7.1. Insectos	19
a. Insectos defoliadores	19
b. Insectos dañinos de tallos y ramas	19
c. Insectos dañinos de frutos y semillas	19
d. Insectos xilófagos	20
1.7.2. Ácaros dañinos de yemas y ramas	20
1.7.3. Nematodos	20
1.7.4. Hongos	21
a. Royas	21
b. Otros Hongos	21
1.7.5. Parásitos vegetales	21
1.8. Características de la madera	22
2. SILVICULTURA Y MANEJO	24
2.1. Propagación	24
2.1.1. Regeneración Natural	24
2.1.2. Producción de Plantas	25
a. Semillas y colecta	25
b. Tratamientos Pregerminativos	26
c. Antecedentes de germinación y viverización	27
d. Micropropagación	28
2.2. Plantación	29
a. Densidad de plantación	31
2.3. Manejo formaciones naturales	31
2.4. Crecimiento y Productividad	38
a. Crecimiento	38
b. Productividad	39

2.5. Biometría y relaciones funcionales	43
a. Biomasa	43
b. Volumen	49
c. Producción floral y de frutos	49
3. USOS, PRODUCTOS Y PROCESOS	51
3.1 Uso dendroenergético	51
3.2 Uso en recuperación y conservación de suelos	53
3.3 Uso Forrajero y mejoramiento de la pradera	54
3.4 Uso como alimento	54
3.5. Uso en cosmética	55
3.6 Uso Ornamental	55
3.7. Usos medicinales	56
4. MARCO NORMATIVO	57
4.1. LEY N° 20.293 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, 2008	57
4.1.1. Definiciones legales	57
4.1.2. De los planes de manejo	58
4.1.3 De la protección ambiental	58
4.1.4. Del fondo de conservación y manejo sustentable del bosque nativo	58
4.1.5 De las sanciones	59
4.1.6 De las disposiciones generales	59
4.2. DECRETO DE LEY N° 701, sobre fomento forestal y otras disposiciones legales	60
4.2.1 Definiciones legales	60
4.2.2 De los planes de manejo	61
4.2.3 De las sanciones	61
4.2.4 De las bonificaciones forestales	62
4.3 DECRETO SUPREMO N° 366	63
4.4 Instituciones Fiscalizadoras	63
5. BIBLIOGRAFIA	64

INTRODUCCIÓN

Los Productos Forestales No Madereros (PFNM), definidos como “bienes de origen biológicos distintos de la madera, provenientes de los bosques”, han experimentado un aumento sostenido en su consumo por parte de la sociedad en estas últimas décadas, en especial la categoría de alimentos y especies medicinales, valorados por su condición de bien de origen silvestre, natural y/o orgánico, con impacto significativo en la salud y en el contexto de la alimentación sana.

Esta valoración se traduce además en impactos económicos para quienes poseen estos recursos naturales, los manejan y recolectan, siendo ellos portadores de la sabiduría ancestral, así como para la industria que procesa y comercializa, generándose un dinámico mercado, principalmente de exportación que sobrepasa en la actualidad los 70 millones de US\$.

En Chile existe un potencial no explorado o muy poco estudiado, respecto de los PFNM que se conocen y de aquellos que aún no se han detectado, presentes en las distintas formaciones vegetacionales del país, los que pueden generar nuevos e interesantes productos a través del conocimiento de las características de sus componentes activos y de la agregación de valor.

Con el objetivo de contribuir a este conocimiento, así como a la protección y conservación de nuestros recursos, al rescate de la cultura de la recolección y a la generación de nuevas oportunidades de negocios, el Instituto Forestal, a través de su Programa de Investigación sobre PFNM, entrega estos antecedentes para poner a disposición y orientar a todos quienes quieran explorar y emprender en forma sustentable, en este interesante ámbito de los productos forestales no madereros.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Susana Benedetti, Cristina Pavez, Patricio Parra.

El espino de nombre científico *Acacia caven* (Mol.) Mol., es una especie originaria de zonas áridas y semiáridas de América del Sur. Se encuentra presente en forma natural en Bolivia, centro y norte de Chile, norte de Argentina, Uruguay occidental, sur de Brasil y sur de Paraguay (Rodríguez *et al.*, 1983, Serra, 1997).

En Chile es conocida en general como espino, si bien recibe diversos nombres como espino maulino, churque, caven o kawen en mapundungun. Según Serra (1997) también es reconocido por; Churco, quirincho, churqui y espinillo. En Argentina es conocido como espinillo negro, aromito y churqui, este último nombre recibe también en Bolivia.

1.1. Taxonomía

De acuerdo a la clasificación taxonómica, *Acacia caven* (Mol.) Mol., espino, es una especie que pertenece al Género *Acacia*, Familia Mimosáceae, Orden leguminosales (Donoso, 1974, Hoffmann, 1978, Serra, 1983).

Acacia es un género de arbustos y árboles de la Familia *Leguminosae*, Subfamilia Mimosoideae (World'Wide Wattle, 2004, citado por Barros, 2007), compuesto por más de 1300 especies, que se distribuyen en forma natural en todos los continentes con la excepción de Europa. Más de 900 de estas especies son nativas de Australia y las restantes de las regiones tropicales secas y templadas cálidas de África, sur de Asia y América. De acuerdo a Barros (2007) diversas clasificaciones taxonómicas han sido dadas para este Género, desde Bentham (1675) hasta Maslin *et al* (2003), y la discusión para nuevas clasificaciones a fin de lograr mayor diferenciación taxonómica sigue hasta hoy.

Acacia caven fue descrita por primera vez en la parte central de Chile por Molina en 1782, quien la consideró muy similar a *Acacia farnesiana*, de cuya diferenciación, según indica Aronson (1992) se preocuparon un sinnúmero de botánicos, entre ellos Betham (1875), Burkart (1952), Vassal (1972), Rodríguez *et al.*, (1983), entre otros.

Según Rodríguez *et al.*, (1983), la ubicación taxonómica de *Acacia caven* es:

División	:	SPERMATOPHYTA
Subdivisión	:	MAGNOLIOPHYTINA
Clase I	:	MAGNOLIATAE
Orden	:	Leguminosae
Familia	:	Mimosáceas.
Nombre científico	:	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.

Espino, es la única especie representante del género *Acacia* en Chile Donoso (1974).

De acuerdo a estudios de Aronson (1992), basados en características morfológicas y vegetativas de semillas y frutos, y de distribución se distinguen 6 variedades de *Acacia caven*:

- *Acacia caven* var. *caven*: presente en la zona central de Chile, norte de Argentina, sureste de Bolivia, centro sur de Paraguay, partes de Uruguay y sur de Brasil.
- *Acacia caven* var. *Sphaerocarpa*: presente en la parte más húmeda del Chaco y en la zona adyacente de Entre Ríos y Corriente y rara vez en las provincias de Santa Fe y Córdoba en Argentina, en el oeste de Paraguay y Uruguay.
- *Acacia caven* var. *dehiscens*: colinas de las provincias de San Luis y Córdoba en el oeste de Argentina.
- *Acacia caven* var. *microcarpa*: suelos pesados inundados de temporada de la parte central de Paraguay y noreste de Argentina, en las provincia de Formosa y el Chaco
- *Acacia caven* var. *macrocarpa*: esta variedad fue solo encontrada a altas altitudes, 2000 a 3000 msnm, en la vertiente este de los Andes en las provincias de Catamarca, Salta, Tucumán y Jujuy de Argentina, y en los departamentos de Cochabamba y La Paz en la parte sur de Bolivia.
- *Acacia caven* var. *stenocarpa*: esta variedad se observa en las provincias de Formosa y Misiones de Argentina y en la zona adyacente de Paraguay.

En la Figura 1, se muestra la distribución de la especie y sus variedades en Sud América.

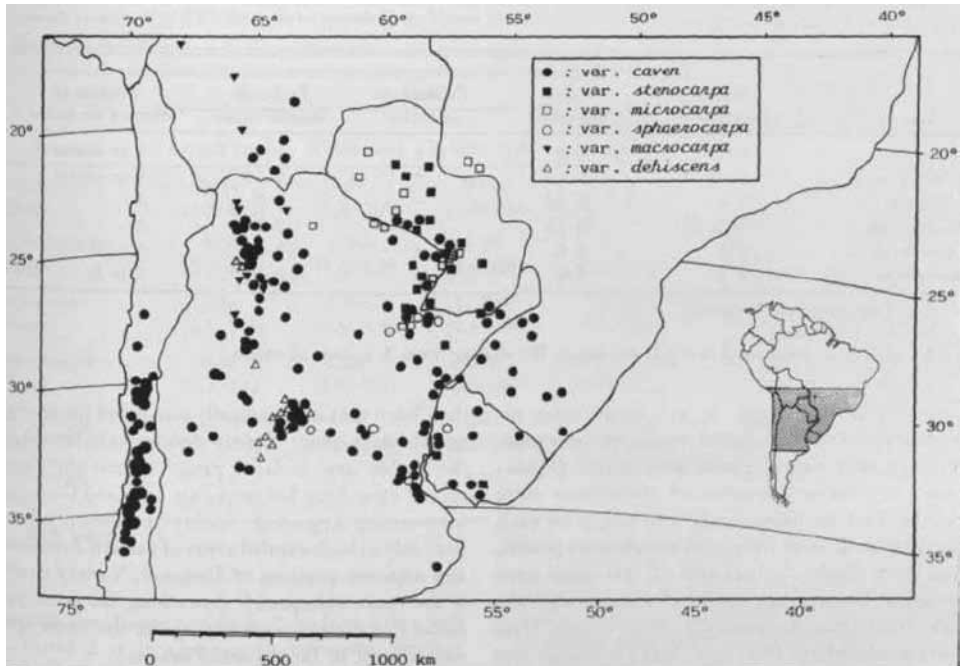


Figura 1: **Distribución de *Acacia caven* en Sud América.**

Fuente: Aronson, 1992.

1.2. Caracterización botánica

Espino es considerado como un árbol o arbusto espinoso (fotos 1 y 2), de madera dura de 2 - 6 m de alto y diámetro de hasta 40 cm (Ortiz, 1966, Hoffmann, 1998), si bien en condiciones favorables y sin intervención puede lograr alturas de 7 m y diámetros de más de 50 cm (Cornejo y Gándara, 1980). Producto del continuo aprovechamiento al que ha sido sometida la especie, principalmente para la obtención de leña y carbón, lo frecuente en la actualidad es encontrar individuos de hábito arbustivo, tipo renoval de monte bajo, densamente ramificado desde la base.

El tronco es tortuoso, de corteza gruesa (foto 3), agrietada longitudinalmente, opaca y negruzca (Ortiz, 1966; García y Ormazábal, 2008.). Posee un potente y extendido sistema radicular, que lo hace apto para proteger terrenos expuestos a la erosión (Ortiz, 1966). La raíz es pivotante y de rápido crecimiento inicial (Serra, 1997). Posee ramas gruesas, tortuosas estriadas, pardas; ramitas flexibles, nudosas, pubescentes. Espinas estipulaceas (foto 4), germinadas horizontales, delgadas de tamaño muy variable, de 5 a 25mm de largo, color gris claro y oscuras hacia el ápice. Hojas caducas compuestas

bipinnadas (foto 5), fasciculadas de 3 a 4 cm de largo, folíolos pares, enteros, oblongos de 1 a 2 mm de largo y 0,5 mm de ancho (Rodríguez *et al.*, 1983).



Foto1. Espinos de hábito arbóreo.



Foto 2. Espino de hábito arbustivo.

Las flores (foto 6) son muy perfumadas, hermafroditas, sésiles de 5 a 7 cm de largo, dispuestas en glomérulos densos de 1 a 2 cm de diámetro con cáliz rojizo y corola amarillenta, soldados en tubo con numerosos estambres (Rodríguez *et al.*, 1983, Donoso, 1974). Spegazzini (1923) y Burkart (1967), citados por Aronson (1992), indican que espino posee flores hermafroditas y masculinas, Cornejo y Gándara (1980) indican que las flores aparecen antes que las hojas. Espino es uno de los árboles característicos del bosque esclerófilo del valle central de Chile, sobresaliendo en su ambiente especialmente en la época de floración en primavera (desde agosto a octubre), por sus inflorescencias amarillas que se destacan a la distancia.



Foto 3: **Detalle de tronco y corteza.**



Foto 4: **Detalle de espinas.**



Foto 5: **Detalle de hojas.**



Foto 6: **Detalle de flores.**

Su fruto (fotos 7 y 8), conocido como quirinca, corresponde a una legumbre gruesa, subleñosa, indehiscente, vaina subcilíndrica (fotos 9 y 10) con extremo aguzado, de apariencia gruesa y oblonga de 3 a 10 cm de largo y hasta 2,5 cm de diámetro, de color castaño negruzco y alto componente en taninos (Rodríguez *et al.*, 1983, Donoso, 1974).

Las semillas (foto 11) en número de 15-22 por cada fruto, son ovales, comprimidas, de 5 a 9 mm de largo, dispuestas en 4 hileras (foto 12) dentro de un tejido esponjoso (Rodríguez *et al.*, 1983).



Foto 7: **Fruto en estado verde.**



Foto 8: **Fruto en estado maduro.**



Foto 9: **Vainas de espino maduras.**



Foto 10: **Medida de vainas.**



Foto 11: **Semillas de espino.**



Foto 12: **Disposición de semillas en la vaina.**

1.3. Distribución geográfica y superficie en Chile

Acacia caven se presenta en Chile en una gran superficie, siendo un elemento dominante de la zona semiárida y formando extensos matorrales espinosos los cuales abarcan una superficie aproximada de 3.800.000 ha, por el llano central y piedemonte de ambas cordilleras (Gajardo, 1983; Serra, 1997). Se extiende por aproximadamente 1.500 kilómetros entre los 27° y los 38° de latitud Sur (Squella, 2011)

La distribución del espino se clasifica dentro de la región ecológica denominada de los Matorrales y Bosques esclerófilos, que puede ser considerada como la más característica de la zona semiárida chilena (Gajardo, 1983).

Espino, es una especie ampliamente distribuida en las laderas orientales de la Cordillera de la Costa, a través de todo el valle central, hasta la precordillera andina, desde la Provincia de Copiapó (región de Atacama), hasta la de Bio Bio (región del Bio Bio) entre los 60- 1200 msnm (Rodríguez *et al.*, 1983). Al sur del río Laja se encuentran sólo algunos ejemplares aislados y es posible encontrarlo abundantemente en la provincia de Santiago y Los Andes, zonas en la cual antiguamente formaban tupidos bosques xerófitos.

En épocas pasadas fue muy abundante en Ñuble, en la zona del valle central, comunas de San Carlos, San Nicolás, Ninhue, Quirihue, Trehuaco, Coelemu, Portezuelo, Ranquil, Chillán, Chillán Viejo, Bulnes, Quillón, pero año tras año su presencia va disminuyendo. Esto debido a su tala constante y permanente para obtener leña o para elaborar carbón, productos muy cotizados por su buena capacidad calórica.

Según Ortiz (1966) se podían observar algunos grupos de espino hasta cerca de Valdivia desde el mar a bastante altura en la cordillera. El mismo autor indica que en las provincias de Santiago y Colchagua espino formaba espesos bosques denominados “espinales”, nombre que conservan hasta hoy las formaciones puras de la especie, y en aquellas en que espino es la especie dominante. El mismo autor menciona la desaparición paulatina de espino debido a la explotación intensiva a que ha sido sometido y a la habilitación de nuevos terrenos para la agricultura. Estas acciones, origen de la disminución de los espinales, se han hecho aún más agudas en la actualidad, en particular en el valle central de las regiones de Valparaíso y del Libertador Bernardo O’Higgins debido en gran medida al desarrollo de viñas y olivares.

1.4. Asociaciones vegetacionales

Espino es una especie representativa del tipo forestal esclerófilo, específicamente de la asociación “estepa de espino” Es la especie de mayor importancia relativa en los faldeos adyacentes al llano central de ambas cordilleras así como en los cerros y lomajes transversales que se presentan en el plano, desde el límite norte del tipo hasta la latitud del río Laja (Donoso, 1981).

Según Del Fierro (1998), las formaciones vegetacionales en las cuales participa la especie constituye una unidad ecológica bien definida, la cual es denominada subtipo Espinal o estepa de *Acacia caven*. Muchas veces la especie forma rodales monoespecíficos (foto 13), aunque también puede observarse en asociaciones con otras especies mesófilas dependiendo del tipo de pastoreo del sitio en el cual se encuentra.

El matorral de *Acacia caven* constituye la formación más característica de la zona mesomórfica chilena (Olivares y Gastó, 1971). Según Olivares (1983), el espinal en sí, representa hipotéticamente una degradación de una formación clímax más evolucionada, dominada por dos especies arbóreas que, generalmente, tienen mayor desarrollo y valor productivo: *Lithraea caustica* "litre" y *Quillaja saponaria* "quillay". Por su parte, Gajardo (1983) indica que la formación del espinal es una unidad ambiental en gran medida de origen secundario como consecuencia de la intervención humana. Otros autores indican que *A. caven* aparece como formación en las secuencias sucesionales siempre en los casos de menor humedad o mayor aridez, y como estado regresivo al clímax de la serie o sucesión, ya sea como producto de las limitantes ambientales o bien de la cosecha de leña y el sobrepastoreo (Rosenmann, 1983).

Fisionómicamente, el espinal es una formación compuesta por un estrato leñoso, en que generalmente domina el espino y un estrato herbáceo, el pastizal natural, con numerosas familias de plantas, en donde las gramíneas, leguminosas y geraniáceas, presentan el mayor interés desde el punto de vista forrajero. Esta formación alcanzó su mayor desarrollo en la depresión central y en los piedemonte de ambas cordilleras, y en la zona mediterránea semiárida a subhúmeda, entre los 32° y 37° L.S. En la actualidad, el espinal ocupa principalmente la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa y algunos sectores no regados del Valle Central (Squella, 2011). El espinal es una formación abierta en la que predomina *A. caven* asociada a especies arbóreas o arbustivas siempreverdes y estrato herbáceo. En su distribución al norte de Rancagua aparece asociado a algarrobo (*Prosopis chilensis*), hacia el sur normalmente se encuentra asociado a quillay (*Quillaja saponaria*), litre (*Lithraea caustica*), a estas especies Del Fierro (1998) agrega, Trevo (*trevoa trinervis*), Huingan (*Schinus polygamus*), Molle (*Schinus latifolius*) y Peumo (*Cryptocarya alba*). Donoso (1982) y Gajardo (1994), indican que en la subregión del matorral y del bosque esclerófilo, el espino forma comunidades tipo con; *Flourensia thurifera*, *Atriplex repanda*, *Maytenus boaria*, *Prosopis chilensis*, *Proustia cuneifolia* y *Lithrea caustica*. Según Del Fierro (1998), bajo el dosel de las especies dominantes se encuentra otras asociaciones vegetacionales de tamaño medio tales como; el Huañil (*Proustia cuneifolia*) y natri (*Solanum tomatillo*). Finalmente, según Rodríguez *et al.*, (1983), el estrato herbáceo es poco denso y entre las gramíneas que lo forman dominan especies de los géneros *Stipa*, *Bromus*, *Nassella* y *Melica*.



Foto 13: **Estepa de espino o Espinal en formación pura.**



Foto 14: **Espino asociado a boldo y quillay.**

1.5. Requerimientos ecológicos

Espino es una especie muy plástica, producto de su amplia distribución, por lo que se adapta a variadas condiciones ambientales.

Según Rodríguez *et al.*, (1983), la única acacia chilena, *Acacia caven*, se encuentra adaptada a climas secos y a terrenos más o menos pobres. Según Donoso, (1974), esta especie está adaptada a periodos de sequía prolongados, con muy escasa precipitación, así como también en terrenos erosionados en que su crecimiento es más lento y no alcanza grandes tamaños.

1.5.1. Clima

De acuerdo a la distribución del espinal, se inserta principalmente en el clima de tipo mediterráneo, el que se caracteriza por la concentración de lluvias en invierno, un prolongado periodo de sequía estival y temperaturas extremas moderadas.

En cuanto a precipitación los requerimientos van desde los 100 a 1000 mm anuales, con una estación seca prolongada, entre 10 y 11 meses en la zona norte y de 3 a 5 meses en la zona sur (Barros, 2007). Otros autores indican que aparece con precipitaciones medias anuales de 28 mm y llega hasta 1338 mm, y que crece muy bien con 356 mm (Olivares, 1983;Díaz, 2004; Serra, 1997).

La temperatura media anual varía entre 13- 17 °C, con mínimas absolutas de 7 a -8 °C y máximas absolutas de 35 – 36 °C y humedad entre 63 a 100% (Serra, 1997; Barros, 2007).

1.5.2. Suelo

En cuanto a los requerimientos edáficos, el tipo de suelo requerido por la especie es variado, se encuentra en áreas bajas con suelos profundos y de texturas livianas a medias, pardos cálcicos, hasta suelos delgados erosionados y pedregosos con bajo contenido de materia orgánica, incluso también se encuentra en suelos muy delgados con horizontes sedimentados. Sin embargo, presenta mayor desarrollo en suelos planos de origen aluvial, de profundidad media a profunda, o de escasa pendiente (Serra, 1997; Olivares, 1983; Díaz, 2004; Barros, 2007).

En la costa crece sobre terrazas de suelo tipo sedimentario, sobre suelo granítico de texturas livianas a medias y abundante grava de cuarzo, y a veces sobre toscas (Serra, 1997).

Otra característica de espino es que soporta y crece bien suelos anegados en forma temporal o húmedos casi permanentes (Foto 15).



Foto 15: Espino a orilla de tranque, sumergidas sus raíces y tronco inferior durante al menos 6 meses.

1.5.3. Topografía y Altitud

Con respecto a la altitud, generalmente prefiere topografías suaves, aunque normalmente es posible encontrarlo desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, aunque es más frecuente en altitudes intermedias entre 400 a 700 msnm. Ocupa serranías costeras de relieve ondulado y zonas de pendientes suaves a planas, menores a 30% (Serra, 1997; Barros, 2007).

1.6. Floración y producción de semillas

En otoño espino presenta caída parcial de las hojas, proceso que se intensifica en invierno. A mediados del invierno, julio a septiembre aparecen las yemas florales, principalmente en las ramas defoliadas (Serra, 1997).

La floración es en primavera, de acuerdo a Hoffman, (1978), ocurre desde agosto a octubre, según Donoso (1983) las flores aparecen entre septiembre y diciembre, esta diferencia de épocas de floración puede estar dada por el amplio rango en que la especie se distribuye de sur a norte, la que influye en las fases fenológicas. En el cuadro 1 se presentan fechas de floración, de cosecha, duración de la cosecha, semillas por fruto y por kilo, observadas por distintos autores

La mayor producción de flores y frutos se concentra en la periferia del follaje. La fructificación ocurre desde enero a marzo. La cosecha por su parte, se puede realizar desde diciembre a abril. Posteriormente espino entra en receso vegetativo (Serra, 1997).

En forma natural la semilla es dispersada por animales, roedores, ovejas, cabras, etc., es decir, por zoocoria. Esta forma de dispersión representa a la vez un tratamiento pregerminativo a través de la digestión en el tracto animal.

El número de semillas por kilo, varía entre 7000-10000 semillas por kilo (Donoso y Cabello, 1978), De acuerdo al Centro de Semillas Forestales de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, espino presenta 7860 semillas/kilo.

Cuadro 1. Fechas de floración y cosecha de semilla para *Acacia caven*

País y Referencia	Meses de floración	Meses de cosecha de semilla	Gr Semillas puras/K fruto	Semilla/kilo
Argentina Anón, 1973	A partir de Agosto			
Argentina H.R. Mangieri com.personal	Octubre–Noviembre	Febrero–Marzo		
Chile FAO 1975				10.000
Chile FAO 1980		desde Diciembre		10.000
Chile Donoso y Cabello, 1978	Setiembre–Noviembre	Marzo	151	7.000-10.000
América Latina Flinta, 1960				10.000
Referencias generales: Goor y Barney 1976				10.000

Fuente: Actualizado de Doran, J.C. *et al.*, 1983.

Las fases fenológicas de *Acacia caven* se presentan en el cuadro 2 a continuación:

Cuadro 2. Fenofases del *Acacia Caven*, Espino.

Fenofases	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aparición de yemas florales							■	■	■			
Inicio floración										■		
Fin floración											■	
Maduración de frutos	■	■										■
Caída de frutos		■	■									
Receso vegetativo				■	■	■						

Fuente: Ortiz, 1990

1.7. Aspectos fitosanitarios

1.7.1. Insectos

a. Insectos defoliadores

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

A este grupo pertenecen las especies del género *Ormiscodes* son extremadamente polípagas asociándose al bosque esclerófilo en la zona Centro y Norte encontrándose frecuentemente en diferentes hospedantes. ***Ormiscodes lupino*** (Lepidóptera: Saturniidae) conocida como “*Cuncuna espinuda*” utiliza como hospedante a *A. caven* (Baldini y Alvarado, 2008). Es un insecto defoliador que puede ocasionar daño a árboles aislados o agrupados, siendo su acción de mayor intensidad en la periferia del árbol. La intensidad de la defoliación está directamente relacionado con los niveles de pérdida de crecimiento en el árbol (Cogollor, 2001). También en las prospecciones forestales en Colina- Chile, fue detectado ***Acizzia uncatoides*** (Ferris & Kylvler) (Hemiptera: Psyllidae) especie de insecto fitófago como un nuevo hospedero de *A. caven* (SAG, 2005).

b. Insectos dañinos de tallos y ramas

Entre los insectos que se desarrollan en tallos y ramas de espino, ***Grammicosum signaticolle*** Duffy, 1960 (Coleoptera: Cerambycidae) elabora galerías a nivel de la zona cambial provocada por la larva. En la corteza de algunos espinos produce orificios ovales, producto de la emergencia de los adultos. El adulto es de color café oscuro brillante, de 1 a 1,8 cm de largo. También se destaca el taladrador ***Dexicrates robustus*** (Blanchard), (Coleoptera: Bostrichidae) que se encuentra localizado en tallos y ramas generalmente asociado a cerambicidos. Es una especie polífaga que taladra madera de diversos árboles. Los agujeros de emergencia de adultos son circulares de aproximadamente 0.5 cm. En el caso de ***Micrapate humeralis*** (Blanchard, 1851), (Coleoptera: Bostrichidae) también se le ha detectado en espino como un taladrador de la madera, sin embargo ambos bostríquidos son considerados un problema secundario (Cogollor *et al.*, 1989).

c. Insectos dañinos de frutos y semillas

El daño ocasionado por ***Bruchus spinipes*** (Coleoptera: Bruchidae) y ***Pseudochymerina spinifera*** (Coleoptera: Bruchidae) es significativo debido al alto porcentaje de pérdida de semillas y también a los problemas de regeneración de la estepa de espino. La sintomatología se describe al observar el fruto maduro, pequeños puntos con resinación. Se observan orificios en la vaina, producto de la emergencia de insectos adultos. Al abrirse, las semillas presentan perforaciones efectuadas por la acción larval. El imago de ***B. spinipes***, es de aproximadamente 3 - 5 mm, café oscuro, con líneas transversales

en los élitros, irregulares. Tórax café oscuro a negro y antenas filiformes. Los adultos de *P. spinifera*, son cortos y gruesos, de forma oval oblonga algo cuadrados negros u ocre con pequeñas marcas en el dorso del tórax y de los élitros, el tamaño varía hasta 10 mm. Cuerpo cubierto de escamas o pilosidad, élitros estriados o punteados, redondos en su extremo (Cogollor *et al.*, 1989). Un estudio en Uruguay, de una muestra de 45 vainas colectadas, 34 estaban atacadas por *Tricorynus* sp (Coleoptera: Anobiidae). En 30 vainas, esos coleópteros xilófagos se encontraban viviendo en simpatria con los Bruchidae *Pseudopachymeria spinipes* y *Stator furcatus*. Por vaina, entre 1 y 10 semillas con Bruchidae estaban parasitadas por *Monksa dorsiplana* (Pteromalidae) y *Horismenus* spp (Eulophidae), (Rojas-Rousse *et al.*, 2009).

d. Insectos xilófagos

En la categoría de insectos que consumen madera afectando a *A. caven* se han detectado a varios coleópteros-. *Dexicrates robustus* (Bl.) (Coleoptera, Bostrichidae), *Anthaxia concinna* Mannh. (Coleoptera, Buprestidae), *Mastogenius sulcicollis* Phil.&Phil. (Coleoptera, Buprestidae), *Neocypetes guttulata* (F. & G.) (Coleoptera, Buprestidae), *Tyndaris planata* Lap. & Gory (Coleoptera, Buprestidae), *Achryson lineolatum* Er. (Coleoptera, Cerambycidae), *Grammicosum larsoni* Cerda. (Coleoptera, Cerambycidae), *Grammicosum maculicome* Germain (Coleoptera, Cerambycidae), *Grammicosum signaticolle* Bl. (Coleoptera, Buprestidae), *Phymatoderus bizonatus* Bl. (Coleoptera, Buprestidae), *Pentarthrum huttoni* Woll. (Coleoptera, Curculionidae), *Tyllomorpha lineoligera* Bl. (Coleoptera, Cerambycidae), *Calymmaderus* sp (Coleoptera, Anobiidae), En todos estos casos la condición de la madera estaba muerta del material recolectado (Barriga *et al.*, 1993).

Di Iorio y Farina, (2009), enumeran las asociaciones insecto-planta hospedadora para 48 especies de Cerambycidae (Coleoptera) de la provincia de Buenos Aires en Argentina. Para el caso de *A. caven* mencionan las siguientes especies de Cerambycidae: *Compsocerus violaceus* (White, 1853), *Paromoeocerus barbicornis* (Fabricius, 1792), *Unxia gracilior* (Burmeister, 1865), *Erythrochiton jucundum* (Gounelle, 1913), *Chydarteres striatus*, *Lophopoeum timbouvae* (Lameere, 1884) y *Psapharochrus jaspideus* (Germar, 1824).

1.7.2. Ácaros dañinos de yemas y ramas

También cabe destacar la detección del ácaro *Aceria rosa costae*, (Acarina: *Eriophyidae*) en el follaje de *A. caven* el cual **provoca** protuberancias o agallas en las ramas, que producto del ataque de las yemas provoca exudación de savia (Cogollor *et al.*, 1989).

1.7.3 Nematodos

Los nematodos patógenos pueden provocar síntomas característicos tanto en la parte aérea como en raíces de las plantas.

A. caven y *Maytenus boaria* son hospederos de ***Meloidogyne incognita*** (Nematoda: Meloidogynidae), nematodo de la raíz que también afecta el vigor y la productividad de viñedos establecidos en sitios que originalmente ocupaban estas especies nativas. Las raíces y raicillas infectadas presentan nódulos e hinchazones que corresponden a masas de células dañadas por efecto de la presencia de hembras viables al interior del tejido (González, 1996).

1.7.4. Hongos

a. Royas

Las royas son hongos Uredinales, parásitos obligados, con ciclos que incluyen hasta 5 diferentes estados, cada uno con producción de estructuras de propagación diferentes (Cummins, 1959). Las royas de *A. caven* se ubican sobre ramillas y pueden inducir malformaciones sin originar aparentemente, otro tipo de pérdida. Las royas del espino son autoicas es decir no alternan hospedante y corresponden a ***Ravenelia hieronymii*** Speg. y ***Ravenelia australis*** Diet.et Neg. El síntoma característico de *Ravenelia* es la formación de “escoba de bruja” (Foto 16) inicialmente acortamiento de internudos de la ramilla, hipertrofia del tallo y proliferación de brotes en una sección reducida de la ramilla; muchos brotes aparecen deformados o torcidos por la infección (Mujica y Vergara, 1980; González y Opazo, 2002).

b. Otros Hongos

A. caven también es atacado por ***Alternaria alternata*** Aggr. F. hialina, ***Verticillium*** sp y ***Gymnopilus spectralis*** (Fr.) Smith afectando a la hoja, tallo y tronco respectivamente (González y Opazo, 2002). En el caso de la cepa de ***A. alternata*** Aggr. F. ha sido aislada desde ramas y hojas de ***A. caven*** (Piontelli y Vivar, 1968).

1.7.5. Parásitos vegetales

Muchas son las especies de parásitos vegetales que viven a expensas de otros vegetales se diferencian en base a la presencia o no de clorofila, las plantas holoparásitas son aquellas cuya alimentación depende totalmente de su hospedante al ser incapaz de realizar actividad fotosintética y las hemiparásitas poseen una cierta independencia del hospedante aunque por lo general no pueden sobrevivir sin él.

La ***Cuscuta chilensis*** (Cuscutaceae), conocida como cabello de ángel, es un parásito que depende completamente del hospedante. Es una planta con una gran cantidad de tallos delgados de color amarillento que parasita sobre espinos, peumos, boldos entre otros hospedantes, alcanzando hasta 2 m de altura. Se produce un contraste con el verde del follaje y al transcurrir el tiempo la planta envejece tomando un color café, dejando a su vez clorótico el sector involucrado. Reduce drásticamente la productividad del hospedante (Cogollor, *et al.*, 1989; Matthei, 1995)

También afecta al espino la planta hemiparásita *Ligaria cuneifolia* (R. et P.) Van Tiegh (Santalales: Loranthaceae) denominada quintral (Foto 17). Es un arbusto de tallos muy delgados muy ramificados de color verde amarillento los jóvenes y pardo oscuro los adultos. El fruto es consumido por aves las que facilitan su dispersión. Un ataque masivo puede provocar la muerte del hospedante. Posee haustorios con secreciones enzimáticas en el ápice de la raíz que le permiten penetrar hasta llegar a los vasos conductores de las plantas leguminosas como el espino. Su flor de un rojo intenso, sobresale del follaje verde (Cogollor *et al.*, 1989; Godoy *et al.*, 2001). Otra hemiparásita que ataca al espino se denomina *Notanthera heterophylla* (R.etP.) G. Don. (Santalales: Loranthaceae) es un arbusto frondoso, muy ramificado que alcanza hasta un metro de alto. Tallos ondulados, o estriados con pelos cortos de color rojizo. Hojas alternas de forma aovada, irregular y, coriáceas de color verde amarillento. Flores dispuestas en racimos terminales. Dispersión por medio de pájaros. Germina sobre la rama y luego introduce su haustorio en el hospedante (Godoy *et al.*, 2001). También *Tripodanthus flagellaris* (Cham. & Schltdl.) (Santalales: Loranthaceae) "Liga blanca" parasita a diversas especies, entre ellas a *A. caven* en Uruguay, Brasil y Argentina (Amuchástegui *et al.*, 2003).



Foto 16: *Ravenelia hieronymii*.



Foto 17: *Ravenelia hieronymii*.

1.8. Características de la madera

Desde el punto de vista macroscópico, la madera de espino presenta una diferencia muy marcada entre albura y duramen, con una coloración blanco amarillento y castaño rojizo respectivamente, siendo su textura heterogénea con fibras entrelazadas y oblicuas (Cuevas, 1985). Presenta una gran dureza y resistencia a la degradación, su densidad básica es de 0,83 g/cm³ para madera de duramen (Gutiérrez *et al.*, 1989).

Según Díaz-Vaz (1979), la madera de espino presenta poros formando bandas confluentes, el ancho de los radios leñosos es hasta tres veces menor que el diámetro de los poros.

En el corte transversal, según Wagemann (1949), la madera de espino se describe con poros generalmente solitarios, de tamaño irregular y de forma circular, los cuales son poco numerosos. Las fibras están dispuestas irregularmente de sección redonda, con paredes muy gruesas. El parénquima es abundante de tipo vasicéntrico, confluyente y terminal, el cual origina manchas que dejan entre sí islotes de islas. Los radios son de trayectoria sinuosa y generalmente multiseriados, los tabiques terminales son rectos. En el corte tangencial radial, los vasos son de trayectoria sinuosa y sus elementos son de tabiques rectos o poco inclinados, presenta puntuaciones areoladas en parte escaleriformes. Las fibras presentan pocas y pequeñas puntuaciones variando la longitud de sus elementos. El parénquima es abundante y va descendiendo rodeando los vasos. Los radios son irregulares y generalmente homogéneos (Wagemann, 1949).

En relación al poder calorífico superior de espino, su leña presenta 4.722 cal/gr, la corteza 4.733,7 cal/gr y el carbón 7.211,5 cal/gr (Conaf, 1984), valores similares a los obtenidos por Gajardo y Verdugo (1979) de 4641,9 cal/g para leña, y de 7496,0 cal/g para carbón vegetal.

El proceso de secado de madera de espino, tanto al aire como en horno es complejo y presenta defectos de grietas, rajaduras y deformaciones, esto podría deberse a la baja permeabilidad de la especie, su alto contenido de humedad derivado de su también alto contenido de extraíbles. Lo anterior hace suponer un contenido de humedad de equilibrio superior a las especies según tablas de humedad normalmente conocidas. Para escuadrías de 75*75 mm y secado al aire, requiere tiempos de secado de 145 días y un contenido de humedad de un 20,6%.

Respecto de la trabajabilidad el estudio de Gutiérrez *et al.*, (1989) indica que el cepillado presenta problemas de grano o fibra suelta o grano desgarrado, esto producto de la disposición de las fibras en ángulos diversos, sin embargo responde muy bien al taladrado, al lijado y al torneado

Gutiérrez *et al.*, (1989) y Cruz *et al.*, (2007) indican que el grado de aprovechamiento (rendimiento volumétrico) de la troza puede considerarse como muy bajo, alcanzando valores comprendidos entre 25% y 30%, lo cual no es atractivo para eventuales usos. Las causas se encuentran en los diámetros reducidos prevalecientes, geometría distorsionada de las trozas, presencia de un porcentaje importante de albura no deseable para la fabricación de piezas, todo lo cual hace inevitable la obtención de piezas con presencia de albura. Estos argumentos por el momento, muestran la inconveniencia de utilizar esta especie en alguna aplicación industrial.

2. SILVICULTURA Y MANEJO

Claudia Delard

2.1. Propagación

2.1.1. Regeneración Natural

La especie, periódicamente explotada para la cosecha de leña y elaboración de carbón, regenera rápidamente en forma vegetativa, a partir de las cepas o tocones, que rebrotan vigorosamente luego del corte. Una vez que los retoños alcanzan dimensiones adecuadas, éstos son nuevamente intervenidos en ciclos de corta variable de acuerdo a la estación ecológica, a menudo con una duración de 8 a 18 años. La corta se recomienda efectuarla en invierno o a principios de primavera (Serra, 1997).

Es además una especie colonizadora de terrenos degradados, mostrando vigorosa regeneración vegetativa. Esta regeneración natural ocurre a través de yemas epicórmicas o "lignotúberes", que corresponden a un tejido meristemático o embrionario sumergido en un tallo a nivel del suelo, conteniendo yemas en estado de latencia (Serra, 1990 cit. por Jordán, 1996).

Rebrota muy bien desde las cepas cortadas o quemadas y también lo hace desde raíces, lo que facilita su regeneración y su manejo como monte bajo (Barros, 2007). Ejemplo de ello se puede observar en las fotos 18 y 19.



Foto 18: **Ejemplo de corte al que es sometido el espino.**



Foto 19: **Ejemplo de fuerza de rebrote del espino.**

Acacia caven también regenera por semillas o siembra natural en forma abundante (FAO, 1983). Esto ocurre en especial cuando en el proceso interviene el ganado en la dispersión de la semilla (Serra, 1997). Sin embargo, Rodríguez *et al.*, (1983), indican que es difícil encontrar plantas nuevas, lo que indica la escasa regeneración natural de la especie, esto podría deberse al uso ganadero intensivo que se realiza de la pradera en el espinal, donde las plántulas pueden ser consumidas junto con los pastos.

Wrann (1985) por su parte, concuerda en la importancia del ganado en su rol de dispersión de las semillas, indicando que la tasa de germinación de semillas extraídas de excrementos de ganado es cinco veces superior que la de semilla colectada directamente de vainas. La acción del ganado permite colonizar nuevos hábitat y evitar que las vainas acumuladas bajo las copas sean atacadas por el brúquido *Pseudopachymerina spinipes* (Gutiérrez y Armesto, 1981, cit. por Wrann, 1985).

En espinales bajo manejo silvopastoral, el ganado ovino es el mejor agente de germinación y dispersión de la especie, permitiendo una económica, abundante y rápida repoblación natural (Serra, 1997).

2.1.2. Producción de Plantas

a. Semillas y colecta

Las legumbres o vainas poseen las semillas en su interior (15 a 22 según Ott, 1977), las que son de color negro y 8.333 por kg (FAO, 1983). El rango sin embargo es de 7.377 a 10.000 semillas por kg, y 979 a 1.000 semillas por kilo de fruto, con una capacidad germinativa de 85,7% (Serra, 1997). Cada kilo de fruto proporciona alrededor de 132-150 gr de semillas puras (Op cit.). Donoso y Cabello (1978), concuerdan en el número de semillas por kilo (7.000-10.000) e indican que el número de semillas puras es de 151 gr/kg de fruto. Estos mismos autores indican que los frutos están maduros en marzo. Takayashiki *et al.*, (1998), por su parte, indican que la época de colecta de semillas varía entre marzo y abril, y Ott (1997) extiende este período a enero – abril. La frecuencia de buenas cosechas es variable, dependiendo éstas de factores climáticos (Serra, 1997).

Dado que las vainas son indehiscentes, éstas pueden ser cosechadas desde el suelo después de su caída, práctica económica, que no requiere mano de obra especializada y asegura que se recojan solamente semillas maduras (FAO, 1983). Alternativamente se pueden colectar las vainas desde los árboles en pie, sobre todo cuando se desea investigar procedencias o fuentes de semilla conocidas (Op cit.). Al respecto, Serra (1997) recomienda cosechar frutos de forma manual remociendo el árbol y no recoger los frutos que han permanecido mucho tiempo en el suelo.

Debido al duro tegumento de las semillas, que reduce al mínimo el intercambio de humedad y la pérdida a través de la respiración de las reservas acumuladas, éstas

conservan bien su viabilidad durante muchos años y plantean limitados problemas para su almacenamiento (FAO, 1983). Se recomienda conservar las semillas limpias en un refrigerador a 5 ° C en bolsas de papel, o bien a temperatura ambiente y con bajo contenido de humedad (8-12%) (Serra, 1997). Dado el amplio rango de distribución de la especie, es recomendable el uso de semilla local de procedencia conocida (Serra, 1997).

b. Tratamientos Pregerminativos

La mayoría de las especies del genero *Acacia* tienen una envoltura impermeable al agua. Ello provoca el reposo de la semilla de manera que la germinación puede prolongarse a lo largo de meses o de años. Para propagar eficientemente las acacias en vivero es necesario aplicar algún tratamiento previo a la siembra para asegurar no sólo un elevado porcentaje final de germinación, sino también una germinación rápida y uniforme después de la siembra (FAO, 1983).

Una práctica frecuente es sumergir la semilla en 4–10 veces su volumen en agua hirviente (100°C), retirar el calentador, y dejar que las semillas se embeban en el agua, que va enfriándose progresivamente, durante 12 a 24 hrs. Este método es de uso generalizado, pero puede dar resultados erráticos. El volumen o la relación entre los pesos de la semilla y del agua es crítico y la duración óptima de imbibición puede variar entre las especies. El ritmo de enfriamiento está muy influenciado por la magnitud de la operación y la naturaleza del contenedor usado, de manera que es difícil obtener un control exacto. La sumersión en agua hirviente por más de 30 segundos es dañino para muchas acacias, por lo que la imbibición en agua a 60–90°C es a menudo tan efectiva como embeberla a 100°C, pero con menores riesgos de daño. Para varias acacias australianas es eficiente la sumersión de la semilla a 80°C durante 1–10 minutos (Clemens *et al.*, 1977, cit por FAO, 1983).

Otro tratamiento usual en semillas de acacia es el embebido en ácido sulfúrico concentrado. El efecto sobre el tegumento de la semilla es similar al del hervido prolongado y el tegumento queda flojo y perforado superficialmente. Esta técnica de escarificación requiere una cantidad de ácido sulfúrico de grado comercial (95%, 36N), recipientes resistentes al ácido, recipientes de alambre y tamices y una abundante disponibilidad de agua para enjuagar la semilla después del tratamiento. La duración óptima de imbibición varía de 20 a 60 minutos, pero una imbibición de 120 minutos ha dado buenos resultados con espinos en los ensayos del Centro de Semillas de CSIRO, Australia (Bonner *et al.*, 1974, cit. por FAO, 1993). Por último, se puede recurrir a una escarificación física, que tiene por finalidad lijar el tegumento de la semilla para permitir la absorción del agua. La escarificación física puede hacerse a mano, especialmente para fines de laboratorio, o empleando máquinas diseñadas especialmente.

De todos estos tratamientos, Doran *et al.* (1983) indica para *A. caven* embeber las semillas en ácido sulfúrico concentrado durante 120 minutos. Cabello (1990) y Cabello y Alvear (1991), al igual que el autor anterior, indican que espino presenta una latencia física, y para desactivarla es necesaria una escarificación ácida.

c. Antecedentes de germinación y viverización

La germinación de espino es epigea, es decir, los cotiledones aparecen sobre el sustrato (Takayashiki *et al.*, 1998). Según Serra (1997), la emergencia de las plántulas ocurre entre 2 a 12 días desde la siembra. La germinación de las semillas es sencilla, sin embargo para propagar en forma eficiente en vivero y asegurar un rápido y elevado porcentaje de germinación es recomendable someter a la semilla a tratamientos pregerminativos, dada la dureza de su testa (Serra, 1997). Al remojar las semillas en agua caliente (80° C), dejando enfriar durante 24 horas, se ha obtenido una germinación de 28%, con siembra realizada en primavera en sustrato tierra común: arena (3:1), iniciándose la germinación al cuarto día. (Takayashiki *et al.*, 1998).

La germinación es de 93% con ácido sulfúrico y de 96% con escarificación mecánica (Serra, 1997).

Kocher y Villalobos (1967), sometieron semillas de más de 6 mm y de menos de 6 mm de diámetro a la acción de ácido sulfúrico (densidad 1,86) por tiempos que variaron entre 5 y 60 minutos con intervalos de 5 minutos. Como testigo se utilizó el remojo de semillas a agua corriente por 96, 120 y 144 horas. Todas las semillas se hicieron germinar en una cámara a 20 °C en toallas de papel humedecidas y envueltas en polietileno. Los recuentos de germinación a los 5 y 8 días indicaron que la relación entre el tiempo de escarificación en ácido y el porcentaje de germinación aumenta hasta los 35 minutos de sumersión, cuando se alcanzó un 90% de germinación; entre este tratamiento y los siguientes, el porcentaje de germinación se mantiene prácticamente inalterado. Por su parte el testigo, alcanzó sólo un 17% de germinación en el segundo recuento.

Donoso y Cabello (1978) obtuvieron una capacidad germinativa de 3,7% en semillas sin tratamiento colocadas en Germinador Jacobsen en condiciones de 16 hrs. a 20° C y 8 hrs. a 30 ° C con luz. En este caso la energía germinativa fue de 3,7% al décimo quinto día. En las mismas condiciones de germinación pero con la aplicación de ácido sulfúrico durante 2,5 hrs., se logró una capacidad germinativa de 93% en 15 días de ensayo, con una energía germinativa de 81% al sexto día.

Los mismos autores colocando semillas sobre papel filtro a 25 °C obtuvieron nula germinación en semillas no tratadas, 72% de germinación en semillas remojadas durante 2 horas con ácido sulfúrico y 96% de germinación con semillas escarificadas.

La temperatura es tal vez el factor ambiental más importante que regula la germinación

afectando tanto el porcentaje como la velocidad de germinación (Hartmann y Kester, 1983). Cabello y Alvear (1991), demostraron que la temperatura de germinación tiene un efecto significativo sobre el porcentaje como de la velocidad de germinación, observando que las temperaturas mínimas de germinación son de 5 o 10 °C y las máximas de 40° C o probablemente mayores. Las temperaturas óptimas fueron entre 15 y 30 °C para semillas procedentes de Antumapu, donde se obtuvo capacidades germinativas entre 93,3 y 96% y valor máximo entre 12,9 y 31,4; y entre 20 y 35 °C para semillas procedentes de Rinconada de Maipú, donde se obtuvo una capacidad germinativa entre 92,0 y 98,7% con un valor máximo entre 26,4 y 32,9. En ambos casos el inicio de la germinación ocurrió entre los 2 y 6 días, similar a lo mencionado por Serra (1997).

Para producir plantas de espino en vivero se recomienda la siembra en maceta a mediados de primavera, manteniendo un espaciamiento y humedad adecuados para evitar ataque de roya (especialmente *Ravenelia hieronymi*). Las macetas deben ser de 10 cm de diámetro y entre 25 y 30 cm de largo para plantas de hasta 6 meses (Serra, 1997). El sustrato debe ser moderadamente liviano, o suelo franco arenoso o franco arenoso fino.

Se recomienda un desmalezado manual, y la aplicación de productos químicos contra ataques de hongos. A los 45 días desde la siembra se debe ralear las macetas para dejar un solo individuo en cada una si se sembró más de una semilla. A los 3 meses se recomienda realizar poda de raíces (Serra, 1997). Si bien se obtienen mejores resultados en plantas fertilizadas, la fertilización parece no ser necesaria para la especie. Si son necesarios riegos constantes para favorecer el desarrollo de las plantas (Valdebenito *et al.*, 1999).

El espino presenta rápido crecimiento en vivero, alcanzando una altura de 40 cm y diámetro de cuello entre 4,95 y 5,65 mm entre los 3 y 6 meses (Serra, 1997). Valdebenito *et al.*, (1999) indican al respecto que las plantas están aptas para ser plantadas al cabo de un año.

d. Micropropagación

En Argentina se ajustó un protocolo de micropropagación in vitro vía organogénesis adventicia, a partir de material juvenil de espino. Como explante utilizaron secciones de plántulas obtenidas de semillas germinadas in vitro, las que se acondicionaron y desinfectaron para su cultivo (las semillas fueron tratadas con peróxido de hidrógeno (5 v/v), durante una hora y comenzaron a germinar a los 15 días de sembradas en el medio de cultivo). El medio basal más apropiado fue Broadleaved Tree Medium (BTM), acondicionado con diferentes reguladores de crecimiento, ácido indol butírico (IBA) en concentraciones de 0,49 y 1,2 µM y la citocinina 6-bencil aminopurina (BA) en una gradación de 0,44; 1,10 y 2,22 µM, solos o combinados. Se determinó que la región de

inserción de los cotiledones, es el mejor explante con posibilidades reales para inducir la organogénesis adventicia en la especie. A los 30 días de iniciado el cultivo se observó formación de tejido indiferenciado de color blanco-amarronado y 10 días más tarde, a partir de este callo, la aparición de brotes y raíces cortas. Los callos cultivados en BTM, sin el agregado de reguladores de crecimiento y con la adición de 9 y 10% de sacarosa, diferenciaron en un mayor número de raíces y más largas. (Abedini *et al.*, 2000).

Esta técnica es de alta importancia desde el punto de vista de la conservación de los recursos genéticos, mediante la instalación de bancos de germoplasma, brindando oportunidades para estudios científicos y de investigación, sobre todo considerando que el hábitat natural de la especie se ve comprometido por la concentración industrial, por el avance de la agricultura y la urbanización (Abedini *et al.*, 2000).

Por otra parte, Sharry *et al.*, (2010), optimizaron la técnica de embriogénesis somática para espino, obteniendo un alto porcentaje de embriones en diferentes estados de desarrollo, lo que permitirá conservar los recursos genéticos de esta especie de interés medicinal.

2.2. Plantación

Se puede realizar plantación por siembra directa, siempre que se realice en época adecuada para la germinación y con tratamiento pregerminativo de ácido sulfúrico ya que permite que la semilla se mantenga inactiva hasta que la humedad del suelo sea la apropiada para que se produzca la germinación y el establecimiento inicial de la plántula (Serra, 1997).

Un ensayo de siembra directa realizado en invierno en la Estación Experimental Rinconada de Maipú, consiguió buenos resultados, pero variables según las condiciones de riego y de sombra. No ocurrió lo mismo en un ensayo establecido en otoño en la Región de Coquimbo, ya que el número de plantas emergidas fue muy bajo, atribuido a bajas precipitaciones de ese año. Probablemente la verdadera causa del fracaso en este ensayo fue el tratamiento pregerminativo aplicado, que consistió en sumergir las semillas en agua hirviendo y luego remojarlas durante 24 horas. Este tratamiento no sólo elimina la impermeabilidad de la testa, sino que también activa el embrión ya que por imbibición se produce un rápido aumento del contenido de humedad, quedando las semillas notoriamente hinchadas, por lo que si no se produce una lluvia después de la siembra, la semilla, que ha iniciado el proceso de germinación, muere rápidamente por falta de humedad adecuada en el suelo (Cabello y Alvear, 1991).

Por lo tanto, para el éxito del establecimiento de espino por siembra directa, se requiere realizarla en la época en que la temperatura es adecuada para la germinación y con un tratamiento pregerminativo que permita que la semilla permanezca inactiva hasta

que la humedad del suelo sea apropiada para iniciarse el proceso, como lo es el ácido sulfúrico (Op cit.).

En Chile y Argentina también se planta con plántulas de vivero producidas de semilla o por estacas de tallo (FAO, 1983). Al respecto, Stoehr (1969) cit. por Navarro (1995) indica que la forestación con la especie mediante siembra directa es más ventajosa que utilizando plantas a raíz desnuda o en maceta, tanto en sobrevivencia como en crecimiento.

Mientras más intenso sea el trabajo del suelo mejor es la respuesta de la plantación, por lo que un subsolado, surcos o casillas de 30 x 30 x 30 cm son recomendables (Serra, 1997). Valdebenito *et al.*, (1999) concuerdan pero recomiendan casillas de mayor tamaño, de 50 x 50 x 50 cm. También, junto con Serra (1997), recomiendan cercar para evitar la entrada de animales mayores y menores, o considerar la protección individual de las plantas, para evitar ataque de conejos o liebres.

La plantación se debe realizar preferentemente en otoño, pero puede extenderse hasta fines de primavera, según las condiciones climáticas del sitio a plantar. Al momento de plantar se puede utilizar polímeros, específicamente gel en polvo, aplicando 2 -3 gr/planta directamente al hoyo de plantación. Si se planta en período seco, se recomienda realizar un riego de establecimiento de 5 l/planta (Valdebenito *et al.*, 1999).

Para lograr una sobrevivencia adecuada, se requiere de riego durante la primera temporada de crecimiento en zonas de pluviometría limitada. La sobrevivencia media de plantaciones en terreno es de 51% pudiendo alcanzar hasta un 90%. La fertilización sólo se justifica si se efectúa control de malezas.

Un experimento realizado en condiciones de aridez extrema mostró una alta supervivencia de espino en condiciones de persistentes vientos salinos costeros luego de 10 meses sin lluvia alguna (Pasicznik *et al.*, 1993; 1995 cits. por Ferrari y Wall, 2004).

En la comuna de Punitaqui, Región de Coquimbo, se realizaron varias experiencias de introducción de especies, entre las que se encuentra espino. Para las plantaciones se realizaron hoyaduras de 30 x 30 x 30 cm. En un terreno plano despejado de vegetación natural plantado en 1970 se obtuvo una sobrevivencia del 78%, aunque un crecimiento muy discreto, de sólo 3 cm en 4 años. En una quebrada, entre la vegetación natural, donde espino se plantó a 5 x 5 m en una ladera de exposición norte en 1970, la supervivencia fue de sólo 22% y el crecimiento en 4 años fue de 9 cm en altura. Otra experiencia realizada en 1972, estableció cortinas cortaviento, donde espino se plantó en hilera a barlovento, ya que a sotavento se plantaron especies de mayor altura. La distancia entre hileras fue de 4 m y en la hilera de 1,5 m. Se obtuvo una sobrevivencia

de 40 % y un crecimiento nulo. En el año 1972 se estableció un ensayo en terreno plano bajo abrigo lateral de la vegetación natural, la que fue excluida en fajas de 1 m de ancho y distanciadas a 3 m entre sí y ubicadas en dirección NE a SW, para protección contra el viento. En cada faja se plantó una hilera cada 3 m, alcanzando espino una sobrevivencia del 60% aunque un crecimiento nulo en 2 años desde el establecimiento. Otra experiencia, establecida en 1972 en terreno plano y despejado de vegetación, permitió una sobrevivencia de 50 % para espino pero crecimiento nulo en un año. El año 1973 se estableció una cortina cortaviento similar a la mencionada anteriormente, donde espino obtuvo una sobrevivencia de 84% y crecimiento de 1 cm al año (Vita, 1977).

a. Densidad de plantación

Se recomienda una densidad inicial de 625 árboles/ha, debido al amplio desarrollo posterior de la copa y del sistema radicular ramificado. Se puede realizar una plantación tradicional a 4 x 4 m en hileras o variar la distancia entre individuos según el objetivo de la plantación, pero depende de la disponibilidad de agua para evitar la competencia por humedad del suelo (Serra, 1997).

La densidad se puede establecer de acuerdo del objetivo de producción; en el caso de un sistema silvoagrícola, se recomienda una densidad de 278 plantas/ha (6 x 6 m), de manera que entre árboles sea factible la instalación de cultivos agrícolas. Para un sistema silvopastoral se recomienda una densidad de 625 plantas/ha, con la cual es posible la instalación de una pradera mejorada (Valdebenito *et al.*, 1999).

2.3. Manejo formaciones naturales

La primera cosecha tiene como objetivo obtener leña y alcanzar el espaciamiento adecuado entre los árboles, por lo que se debe intervenir protegiendo las cepas cortadas para permitir su regeneración, excluyendo el ganado en la primera etapa, y luego seleccionando 1 o 2 varetas por cepa con el fin de formar el futuro bosque (Serra, 1997). La regeneración por rebrote de cepas y el manejo de ellas aparecen como la opción silvicultural más adecuada en espino, pues permite sucesivas rotaciones (Serra, 1997).

El espinal debe ser manejado de acuerdo al objetivo de producción. Este manejo puede consistir en:

- Monte alto regular: cuando el objetivo principal es favorecer la producción de pasto bajo la influencia de las copas y proteger al ganado (foto 20)
- Monte bajo regular: de estructura simple, cuando la principal finalidad es la producción de combustible.
- Monte bajo adeshado (rebrote se produce en cepas de 2 o más metros de altura), bajo forma agrosilvicultural o silvopastoral (foto 21)
- Monte medio abierto: estructura relacionada con la obtención de productos y fines diversos (Serra, 1997).

La estructura actual de muchos sectores con bosques esclerófilos y espinosos es la de monte medio, debido a la intensa explotación del que han sido objeto a causa de la extracción de leña y carbón. Con un adecuado manejo de los bosques, es posible obtener de ellos múltiples beneficios para la población local, en la perspectiva de lograr un uso silvopastoral del ecosistema. En este sentido, un tipo de estructura recomendada para la especie, sugerido por Vita (1989), es el monte medio abierto, donde el espino constituiría tanto la reserva como el tallar. Los ejemplares de espino de la reserva producirían frutos y sombra para el ganado, además de influir favorablemente sobre la estrata herbácea, mientras, los del tallar producirían leña y/o carbón. El mismo autor, recomienda que si el objetivo principal del manejo es exclusivamente el ganadero, conviene efectuar una conversión a monte alto regular biestratificado del rodal (Del Fierro, 1998).

En el caso de sistemas silvopastorales y silvoagrícolas se deben efectuar labores culturales anuales, como arado, rastra, y otros, que permitan el establecimiento de cultivos y pradera (foto 22). En el primer caso, los raleos se deberán efectuar cuando el desarrollo de las copas no permita el desarrollo de la pradera y en ambos casos, se efectúan podas sanitarias y de formación que permitan el acceso de los implementos de laboreo de suelo y de las personas que trabajan la tierra, de modo que las ramas no constituyan un impedimento de tránsito. También se recomiendan podas de rejuvenecimiento para hacerlos menos susceptibles a enfermedades, sobretodo el quintral (*Tristerix tetrandus*) y *Ravenelia hieronymi* (Valdebenito *et al.*, 1999).

Vita *et al.*, (1995), indican que no se conoce aún la tecnología que permita maximizar los beneficios de un manejo silvicultural con esta especie bajo condiciones de clima árido. No obstante, se sabe que la regeneración vegetativa por rebrote de cepa constituye una interesante alternativa para recuperar y acrecentar la productividad luego de una cosecha. Los autores estudiaron en la Región de Coquimbo la capacidad de rebrote del espino sometidos a diversos métodos de corta (altura de corta de 10, 30 y 150 cm, concluyendo preliminarmente que en los ejemplares monofustales la capacidad de rebrote disminuye en ejemplares de diámetro basal superior a 20 cm, lo que puede explicarse por una disminución del vigor de los ejemplares a partir de un cierto diámetro basal, que podría indicar el inicio de una etapa de envejecimiento. Los mayores desarrollos en altura y diámetro se presentan en individuos de diámetro basal de 10 a 20 cm. Los menores desarrollos se producen en individuos de diámetro basal inferior. Las cortas altas, favorecen el desarrollo de los brotes, tanto en altura como en diámetro. En los ejemplares plurifustales, la capacidad de rebrote aumenta con el incremento del número de vástagos originales. En estos individuos es muy notorio el efecto inhibitorio de la corta parcial frente a la corta total. Tanto en los ejemplares monofustales como plurifustales la cantidad de brotes aumenta con la altura de corta. Del mismo modo, la cantidad de brotes de origen epicórmico es muy superior a los de origen adventicio o de lignotuber.

González (2000) y Del Fierro (2001) en complemento a lo anterior concluyen que el espino presenta una excelente capacidad de brotación una vez que es sometido a corte, y que al aumentar la altura de corte, aumenta también el número de brotes generados. En relación a las intensidades de corta a la que fueron sometidos los individuos plurifustales, corta parcial y total de sus vástagos, se apreció que la brotación fue menor en los sometidos a corta parcial que en aquellos en que la corta fue total. En cuanto al origen de los brotes generados, estos fueron en un 85 % del tipo epicórmico y se concentraron en los primeros 30 cm en donde fue realizado el corte (Gonzalez, 2000).

Por su parte Del Fierro (2001), analizó los efectos de tratamientos de corte sobre el rebrote de espino durante la primera temporada de crecimiento y cuantificó la producción de leña resultante, en la Reserva Nacional "Las Chinchillas", Región de Coquimbo. Concluyó que espino posee una excelente capacidad de retoñación. En los individuos mono y plurifustales se observó un aumento del número de nudos y brotes al elevar la altura de corte, encontrándose el máximo en las intervenciones a 150 cm, en tanto que el mayor desarrollo en longitud y diámetro de los retoños se apreció en los cortes a 35 y 150 cm. El efecto del diámetro basal de los individuos monofustales no se encontró significativo. Sin embargo, al igual que Vita *et al.*, (1995) y González (2000), observó la tendencia general de un menor porcentaje de individuos con rebrote y más baja cantidad de nudos y brotes en los individuos con mayor diámetro (> 20 cm). También en los ejemplares plurifustales, la intensidad de corte total (todos los vástagos) produjo una brotación notablemente superior, en cantidad como en desarrollo de los brotes, en comparación con la intensidad de corte parcial (corte de la mitad de los vástagos). Asimismo, se apreció el incremento gradual de la producción de rebrote al aumentar el número de vástagos por cepa. Coincidiendo nuevamente con Vita *et al.*, (1995) y González (2000), el autor encontró que la retoñación se originó mayoritariamente a partir de yemas epicórmicas (93,8 %), seguidas por las adventicias (4,5 %) y las del lignotúber (1,7 %). Así, si el interés es producir leña o carbón, se recomienda altura de corte baja y en diámetros medios (11-35 cm) en individuos monofustales, y altura de corte medio para obtener una mayor cantidad de vástagos por cepa en individuos plurifustales.



Foto 20: Ejemplo de manejo de monte alto regular para favorecer producción de pasto.



Foto 21: Ejemplo de monte bajo adhesado y uso silvopastoral con ganado bovino.



Foto 22: Uso silvopastoral con ganado ovino.

Olivares y Alvarado (1991), cit. por Squella y Soto (1993), también determinaron que al dejar seis o más vástagos por árbol con una altura promedio de 4,22 m, se obtiene un mayor crecimiento y por ende mayor productividad de leña.

Una experiencia de raleo, corresponde a la realizada por Donoso *et al.*, (2009) en un predio ubicado en la Comuna de San Pedro, en la Región Metropolitana, en un rodal no intervenido de aproximadamente 3 ha donde existen condiciones favorables para la producción de leña y carbón; pendiente suave, cercanía a caminos, alta presencia de individuos de gran diámetro y una cobertura arbórea superior del 49%. La altura promedio de los individuos era de 3,5 m (min: 1,5 m – max. 5,5 m) y el diámetro a la altura del tocón en su mayoría se encontró en la clase 7 - 10 cm. El raleo consistió en la extracción de un 46% del área basal, siendo más intenso en las clases diamétricas superiores. Los autores determinaron que el raleo produce un rejuvenecimiento y mejora el estado sanitario global del rodal. La cosecha realizada significó una extracción de 8,6 m³/ha y 8.347 kg/ha de biomasa fustal.

En espino, la tasa máxima de extracción en monte bajo es del 45% y en monte alto del 40%, con una cobertura de copa residual mínima de 60% y 65%, respectivamente. Con un diámetro de cosecha de 10 cm y una rotación de 20 años se obtienen principalmente estacas y con un diámetro de 15 cm y una rotación de 35 años se obtiene principalmente carbón (Cruz *et al.*, 2007).

Galaz (2004), indica que la principal características de espinales con producción de carbón (VI Región) es la variabilidad en la densidad existente y el gran deterioro del bosque. Se observa que no existe un criterio sustentable para la extracción del recurso, pues se seleccionan los mejores individuos, de mayor diámetro, los que corresponden a árboles maduros. En general se presentan dos situaciones: zonas de alta densidad con aproximadamente 600 a 1.200 árboles/ha y sectores con un número reducido de individuos entre 10 y 400 árboles/ha, que se encuentran en uso silvopastoral. Para los sectores que presentan mayor concentración de árboles, se sugiere el manejo por monte bajo favoreciendo el número de vástagos para la producción de leña con fines productivos. Para las áreas que poseen un menor número de árboles por hectárea, que actualmente se utilizan con fines silvopastorales o se vayan a disponer para tal práctica, se aconseja la intervención del matorral para dar estructura de monte alto, dejando entre 250 y 400 árboles/ha.

El mismo autor recomienda para manejo de monte bajo, con fines productivos de leña y carbón, eliminar todos los vástagos que presenten daño fitosanitario o mala formación, por debajo de los 35 cm de altura, para mejorar la formación de leña futura. En estas condiciones los individuos monofustales con diámetros basales entre 10 y 20 cm entregan los mejores rendimientos en fitomasa leñosa.

Navarro (1995), indica que la principal modificación de la situación actual sería disminuir progresivamente la rutina del descepe hasta eliminarla, reemplazándola por la correcta aplicación del raleo, el que debe relacionarse con el objetivo del rodal, que permitiría regularizar la estructura del espinal logrando respuestas favorables de crecimiento y producción de fitomasa aérea. En su estudio, en la intervención de corta total, la mayor cantidad de cepas rebrotadas y la nula competencia de individuos remanentes, dio lugar a una retoñación más abundante y vigorosa. Cuando se desea maximizar productividad por superficie e individuo, se recomienda aplicar un raleo leve (de 92% de cobertura de copa a 47%) ya que de esta forma se obtiene el mayor crecimiento anual periódico en área de copa total y diámetro basal de los individuos remanentes.

Más recientemente, Cornejo (2008) en un espinal de aproximadamente 25 años sin intervención previa, ubicado en la Región Metropolitana, evaluó en ejemplares monofustales el efecto de la altura de corte sobre el rebrote. Coincidió con González (2000) y Del Fierro (2001) en el sentido de que un 100% de los individuos intervenidos rebrotaron, independientes de la intensidad de la corta. La autora obtuvo un significativo mayor número de rebrotes cuando se efectuó una baja intensidad de corte, explicado por un mayor largo de ramas en este caso, con una mayor cantidad de yemas para la generación de rebrotes, sin embargo no encontró diferencias entre una intervención de alta intensidad y el testigo. Del Fierro (2001) obtuvo una respuesta similar, pues obtuvo un aumento en el número de rebrotes a medida que disminuía la intensidad de corte, sin embargo el máximo valor en ese caso fue de 97,8 rebrotes, valor muy inferior a los más de 1.800 rebrotes obtenidos en este estudio. González (2000) también tuvo una respuesta similar, y también con un número de rebrotes muy inferior (máximo 69), lo que podría explicarse porque esos trabajos se realizaron en la Región de Coquimbo, de mayor aridez que la Región Metropolitana.

En relación al peso seco de los rebrotes, los tratamientos de intensidad baja y media de corte fueron los que produjeron mayores valores (3.489,7 g/árbol y 2.120,4 g/árbol, respectivamente), y a medida que aumenta la intensidad disminuye el peso, aunque disminuye aún más cuando no se aplica ninguna intervención (Cornejo, 2008). Los resultados obtenidos por Cornejo (2008) indican que un manejo de espino que considere cortes de baja intensidad, permitirán una mayor cantidad de materia seca, con lo que se podrá asegurar mayor disponibilidad de forraje para cuando éste sea requerido.

Los tratamientos de intensidad de corte alta, media y baja permitieron longitudes similares de rebrote entre 103,5 y 88,5 cm, superiores en aproximadamente 3 veces al tratamiento sin intervención (Cornejo, 2008). Estos resultados fueron similares a los de Del Fierro (2001) y González (2000), quienes también obtuvieron, aunque en valores mucho más discretos, mayores crecimientos de rebrotes en las situaciones intervenidas.

Por último, la autora observó que la velocidad de crecimiento de los rebrotes de un ejemplar intervenido es superior que en un ejemplar no intervenido, encontrando la mayor velocidad en el tratamiento a intensidad media de corte.

Dada la importancia del espinillo como fuente adicional de alimento para animales a través del ramoneo en el período estival, cuando la pradera anual se encuentra senescente y con bajo valor nutritivo, y más aún en otoño, cuando hay baja disponibilidad de forraje, es necesario considerar al espinillo en un sistema biestratificado, ya que ejerce una influencia benéfica sobre la composición estructura y producción de la estrata herbácea subyacente (foto 22). Al comparar distintas coberturas de dosel del espinillo (0, 30, 60 y 100%) la máxima producción de la pradera se obtuvo en la cobertura del 30%, sin embargo, como también se ha demostrado una relación directa entre el grado de cobertura de dosel y la producción de fitomasa herbácea, se asume que las características propias de cada sitio y su condición inicial pueden hacer variar los resultados (Squella y Soto, 1993). Cornejo y Gándara (1980) cit. por Navarro (1995), complementan lo anterior indicando que la densidad más conveniente es de 250 árboles/ha.



Foto 23: **Influencia de estrata arbórea de espinillo sobre estrata herbácea.**

Al evaluar la respuesta del raleo del espinal sobre la estrata herbácea, se ha observado cambios en la composición florística, al menos donde los árboles son eliminados completamente. La participación de gramíneas decae abruptamente como consecuencia de la intervención, y aumentan especies leguminosas, compuestas y geraniáceas de ciclos biológicos más cortos, producto de las nuevas condiciones ambientales (hídricas y tróficas) más restrictivas (Squella y Soto, 1993). A modo de ejemplo, Ovalle y Avendaño (1987) cit. por Squella y Soto, (1993), estimaron una prolongación significativa del período activo de la vegetación, de 25 a 35 días, más largo bajo el árbol que fuera de su influencia.

Junto a lo anterior, se concluye que el efecto del microrelieve y la influencia de espino provocan cambios en la temperatura y humedad del suelo, permitiendo mejores condiciones para el crecimiento del estrato herbáceo (Piña, 2008). Sin embargo para mantener los espinales, mayoritariamente degradados, se sugiere protegerlos del sobrepastoreo y la tala para carbón y la transformación de estructura de monte bajo a monte alto mediante poda selectiva de los fustes Squella y Soto, 1993).

2.4. Crecimiento y Productividad

a. Crecimiento

El crecimiento medio anual en altura es de 17 a 30 cm en ensayos de introducción de especies (Serra, 1997).

Según Valdebenito *et al.*, (1999) espino puede medir hasta 10 m de altura y no más de 50 cm de diámetro, con un IMA en altura de 0,3 m/año.

El crecimiento de la especie es superior cuando los individuos se cortan totalmente; la reducción de la cobertura de copa de 83% a 0% se traduce en un crecimiento de 1,1 cm/año, en cambio la reducción de 92% a 47% permite un crecimiento de 0,6 cm/año. Existe una relación lineal entre intensidad de corta y crecimiento de retoños (Navarro, 1995). Sin embargo, los individuos remanentes presentan mayor crecimiento anual periódico tanto en área de copa como diámetro basal cuando se practicó un raleo leve (de 92% a 47% de reducción de cobertura de copa) (194 m²/ha/año y 0,27 cm/año, respectivamente (Op cit.).

Una experiencia de plantación en la zona de Cauquenes, Región del Maule, indica una altura de los individuos entre 0,60 y 0,98 cm en tres años, con aporte de agua el primer verano de 10 l/planta cada 20 días (Ovalle, 1993).

Respecto de los rebrotes, cuando no hay intervención se ha obtenido un crecimiento de 32 cm, que corresponde aproximadamente a 1/3 del crecimiento obtenido en situaciones de intervención a diferentes intensidades de corta (Cornejo, 2008). Del

Fierro (2001) y González (2000), si bien no obtuvieron una respuesta significativa de la intervención sobre el largo de rebrotes, observaron que al hacer una corta hay un mayor crecimiento en longitud de ellos.

b. Productividad

Los estudios de producción de espino se refieren principalmente a dos productos: leña y carbón. Aguirre e Infante (1988) indican que espino posee aptitud para estos fines porque concentra un 56% de su biomasa en las ramas gruesas (mayores a 3 cm de diámetro de base). Según Prado *et al.*, (1988a) la proporción de material leñoso grueso es de un 42% del peso total verde, con factores de conversión de peso verde a peso seco de 0,62 para ramas, 0,68 para ramillas y 0,80 de biomasa total de los ejemplares.

Se estima que un espinal denso puede rendir hasta 20.000 kg/ha de carbón (Serra, 1997; Valdebenito *et al.*, 1999). En un árbol medio con diámetro basal de 24,9 cm, una altura de 3,3 m y un diámetro de copa de 4,4 m, el peso seco de los troncos es de 59 Kg, las ramas alcanzan 6,9 kg y las ramillas finas 4,8 kg. El peso seco total del árbol es de 70,8 kg (Serra, 1997). Esto significa que el tronco concentra el mayor peso seco del peso total del árbol con alrededor de 83%, las ramas aportan con un 9,9% y las ramillas con un 6,8% (Oyarzún y Palavicino (1984). Los árboles con diámetros basales de 10 cm producen 10,87 kg y con 40 cm se obtienen 194,84 kg de peso seco total (Serra, 1997).

La producción de espinal ha sido cuantificada de acuerdo a los diferentes usos potenciales. En un ambiente natural, en un espinal denso, al cosechar el 80% de la cobertura se producen 85,5 ton/ha de leña, que se convierten en 17,9 ton/ha de carbón (Serra, 1997; Cruz *et al.*, 2007). Al eliminar el 30% de cobertura se obtienen 32,6 ton/ha de leña que se traducen en 6,8 ton/ha de carbón (Trucco, 1985 cit. por Vita, 1989; Navarro, 1995; Cruz *et al.*, 2007).

Wrann (1990), cit. por Squella y Soto (1993) y Serra (1997) en una compilación de varios estudios realizados por INFOR indica que la productividad de espino en el secano interior (Melipilla, Región Metropolitana), es de 50 ton de materia seca/ha, con un 89% de recubrimiento del estrato arbóreo-arbustivo. Además estimó que el 53% correspondió a ramas o leña.

Duchens (1985) cit. por Navarro (1995) recopiló información estimativa de producción de leña por superficie, obtenida por varios autores de estudios técnicos presentados ante la Corporación Nacional Forestal (CONAF), e indica antecedentes de producción en matorrales del sector costero de la Región Metropolitana (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de leña en espino – Región Metropolitana

Edad (años)	Densidad (arb/ha)	Cobertura (%)	Producción (ton/ha)
-	100-200	-	2,8
5-25	180-280	35	17,6
20-50	200-400	50	36,0
20-100	450-750	80	60,0
-	800	-	12,7
-	960	-	12,7
20-100	1.450	-	4,4

Fuente: Duchens (1985) cit. por Navarro (1995).

Navarro (1995), al analizar diferentes tratamientos de corta, no encontró diferencias entre ellos en relación a la productividad medida como fitomasa total (entre 1.687 y 2.347 kg/ha/año) y fitomasa de retoños (máximo de 963 kg/ha/año).

Para los distintos tipos de hábito, de acuerdo al incremento del número de vástagos (1-6) se observa un aumento gradual de la productividad en leña verde, independiente de la altura media de los árboles. Individuos de alturas de 2,35 m con tallo único producen 4,9 kg/ha; árboles de 4,22 m con 6 vástagos logran hasta 105,1 kg de leña verde; un ejemplar de 12 cm de diámetro basal produce aproximadamente 14 kg de madera seca. En un bosque mixto esclerófilo, con una biomasa total de 44 ton/ha y cobertura promedio de 53%, el espino aporta 8,017 ton/ha (56% de leña) (Serra, 1997).

Olivares y Alvarado (1991) cit. por Squella y Soto (1993), también determinaron que al dejar seis o más vástagos por árbol se obtiene una mayor productividad de leña (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento medio de leña verde (kg) por individuo

Altura promedio (m)	Número de vástagos			
	1	2 o 3	4 o 5	6 o más
2,35	4,9	7,8	8,7	11,5
3,35	50,2	33,0	52,5	59,7
4,22	79,1	91,9	96,5	105,1

Fuente: Olivares y Alvarado (1991) cit. por Squella y Soto (1993).

Prado *et al.*, (1988a), evaluaron 644 ha de espino en la Región de Coquimbo y determinaron que el número medio de árboles/ha es de 43, con medias de 3,88 cm en diámetro basal, 2,63 m de diámetro menor de copa y altura de máximo follaje¹ de 1,871 m, con 2 ramas². La biomasa obtenida fue de 831 kg/ha verdes o 548 kg/ha seca.

El material leñoso se concentra en la clase diamétrica 0 a 5 cm en individuos de alturas entre 2,35 m y 3,35 m, y en la clase diamétrica 5-10 cm en individuos de 4,22 m (Alvarado, 1989).

Los antecedentes aportados por Vita (1989), Navarro (1995), Gajardo y Verdugo (1979) y Cruz *et al.*, (2007) indican una conversión de leña a carbón del 30%. Pacheco (2005), sin embargo, obtuvo un rendimiento de peso anhidro de madera a carbón de 23,1%. En experiencias en horno de barro en el país, los rendimientos en obtención de carbón están entre los 18% y 20% (Sercotec, 1986, cit. por Cruz *et al.*, 2007.). Otros estudios dan 20,8% (Faúndez y Mieres, 1987) y 20,3% (Olivares, 1991), (ambos cit. por Cruz *et al.*, 2007). Alvarado (1989) determinó un rendimiento de 20,3% para la carbonización del espino en hornos de ladrillo tapizados de barro y paja, a través de una combustión incompleta utilizando un diámetro mínimo de 1 cm, mientras que Galaz (2004) cit. por Cruz *et al.*, (2007) determinó un rendimiento de 24,1%.

En relación al hábito del espino, Alvarado (1989), observa una mayor producción de leña y carbón con el aumento gradual del número de vástagos (de 1 a 6), independiente de la altura media de los árboles y además define que al aumentar el número total de ramas y diámetro de éstas, se mejora la producción de leña y carbón.

-
1. Altura de máximo follaje, medida hasta el puto en que la copa aún se presenta relativamente densa (m)
 2. Ramas con diámetros de 3 cm o más contados en la base del arbusto

En cuanto a la producción de fitomasa leñosa de espino, Del Fierro (2001) validó las ecuaciones obtenidas por Oyarzún y Palavicino (1984) para las predicciones en el fuste y las ramas. Los rendimientos de leña seca fluctuaron entre 2,1 y 61,9 kg/ejemplar en los individuos monofustales y de 7,2 a 111,5 kg/ejemplar en los plurifustales. Se apreció un aumento del rendimiento de leña seca por ejemplar al disminuir la altura de corte y al incrementarse el diámetro basal.

La intensidad de corte total entregó un rendimiento de leña seca cercano al doble del obtenido bajo la intensidad de corte parcial en los individuos plurifustales. Además, se observó en estos individuos un incremento de la producción de leña seca por ejemplar al aumentar el número de vástagos por cepa (Op cit.).

En cuanto a biomasa, Yañez (1997) cit. por Cornejo (2008), constató que una poda alta o una intensidad baja de corte en un espinal de la Región de Coquimbo incidió en una biomasa media de hojas de 600 g/árbol un año después de la intervención. El autor determinó que los componentes de biomasa están relacionados con las precipitaciones del año anterior, por lo que para determinar frecuencia entre intervenciones se debe considerar preferentemente esa variable.

Vita (1989), resume el cuadro elaborado por Gajardo y Verdugo (1979), de peso de carbón de espino en función del diámetro basal y altura comercial de los individuos, considerando 2 ramas aprovechables, que corresponde a una situación media respecto del número de ramas aprovechables (cuadro 5).

El cuadro 6 muestra valores de producción de leña y carbón de espino, en la zona mediterránea subhúmeda de Chile (Vita, 1989; Del Fierro, 1998).

Cuadro 5. Peso de carbón de espino (kg) para ejemplares de dos vástagos de *Acacia caven*

Diámetro basal (cm)	Altura comercial (m)					
	1	2	3	4	5	6
5	0,7	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5
10	2,4	3,9	5,2	6,4	7,5	8,5
15	4,9	8,0	10,6	13,0	15,2	17,3
20	8,1	13,2	17,5	21,5	25,1	28,5
25	12,0	19,5	25,9	31,7	37,1	42,1
30	16,5	26,8	35,6	43,6	50,9	57,9

Fuente: Vita (1989), modificado de Gajardo y Verdugo (1979).

Cuadro 6. Producción de madera y carbón de *Acacia caven* bajo dos coberturas de espino

Cobertura de Espino (%)	Peso troncos (ton/ha)	Peso ramas (ton/ha)	Volumen (m ³ /ha)	Carbón (ton/ha)	Kg Leña/Kg carbón
0	38,3	47,2	237,8	17,9	4,8
50	10,1	22,5	105,8	6,8	4,8

Fuente: Trucco (1985), cit. por Vita (1989) y del Fierro (1998).

2.5. Biometría y relaciones funcionales

a. Biomasa

Ovalle (1993) obtuvo la biomasa de espino y otras leguminosas al primer año de establecidas, con valores para hojas de 20,9 gr/planta, para tronco y ramas de 59,5 gr/planta, para la raíz de 67,8 gr/planta y para el peso total de 148,2 gr/planta. Los valores fueron similares a *Prosopis chilensis* y *Prosopis alba*, pero significativamente inferiores a la alfalfa arbórea (*Chamaecystus proliferus*), que en tronco y ramas alcanzó a 250, 3 gr/planta. En relación a la fijación de nitrógeno, un 87% del nitrógeno de esta biomasa fue de origen atmosférico (Op cit.).

Faúndez y Mieres (1988) cit. por Fuentesvilla (1999) y Drake *et al.*, (2003) elaboraron la siguiente función de biomasa total, con 40 árboles procedentes del predio Las Palmas de Santa Rosa, comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, obteniendo un $r=0,9848$:

$$PTOT = -2,8818 + 0,0205 * (DR^2 * NR * HMF * \pi/4) + 0,7940 * (DMAC * DMEC * HT).$$

Fuentesvilla (1999) y Drake *et al.*, (2003) también cita una función de biomasa de ramas elaborada por INFOR (1987), cit. por Navarro (1995), que corresponde a:

$$PRAM = -4,2152 + 0,0262 * (DR^2 * NR * HMF * \pi/4) + 0,2810 * (DMAC * DMEC * HT)$$

En ambos casos,

PTOT	=	Peso seco total (kg)
PRAM	=	Peso seco ramas (kg)
DR	=	diámetro promedio de retoños (cm)
NR	=	Número de retoños
HMF	=	Altura de máximo follaje (m)
DMAC	=	diámetro mayor de copa (m)
DMEC	=	diámetro menor de copa (m)
HT	=	altura total

En el Cuadro 7 siguiente se presenta la biomasa total y en el Cuadro 8 la biomasa de ramas.

Cuadro 7. Biomasa total espino

HT (m)	DMAC (m)	PESO SECO TOTAL (kg)				
		DMEC (m)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
2	2	3,9	5,5	7,1	8,6	10,2
2	3	5,5	7,9	10,2	12,6	15,0
2	4	7,1	10,2	13,4	16,6	19,8
3	2	7,3	9,6	12,0	14,4	16,8
3	3	9,6	13,2	16,8	20,4	23,9
3	4	12,0	16,8	21,6	26,3	31,1
4	2	10,6	13,8	17,0	20,2	23,3
4	3	13,8	18,6	23,3	28,1	32,9
4	4	17,0	23,3	29,7	36,1	42,4

Nota: El resto de las variables se consideran constantes al confeccionar el Cuadro.

Fuente: Drake *et al.*, (2003).

Cuadro 8. Biomasa ramas espino

HT (m)	DMAC (m)	PESO SECO RAMAS (kg)				
		DMEC (m)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
2	2	0,5	1,1	1,6	2,2	2,8
2	3	1,1	1,9	2,8	3,6	4,4
2	4	1,6	2,8	3,9	5,0	6,1
3	2	2,9	3,7	4,6	5,4	6,2
3	3	3,7	5,0	6,2	7,5	8,8
3	4	4,6	6,2	7,9	9,6	11,3
4	2	5,2	6,4	7,5	8,6	9,7
4	3	6,4	8,0	9,7	11,4	13,1
4	4	7,5	9,7	12,0	14,2	16,5

Nota: El resto de las variables se consideran constantes al confeccionar el Cuadro.

Fuente: Drake *et al.*, (2003).

La productividad del espinal se ha cuantificado en base a su peso seco, obtenido mediante funciones de biomasa. Gajardo y Verdugo (1979), determinan para la Región de Valparaíso que las variables independientes que mejor explican las variaciones de peso son: diámetro de base, altura comercial y número de ramas. En los matorrales y bosques espinosos de la región de Coquimbo, se definió que el diámetro de la base y diámetro de copa medio en individuos de un vástago, son las variables más indicadas para la estimación de peso verde y seco, determinando que existe una relación entre el diámetro basal y la biomasa acumulada.

Prado *et al.*, (1988b), también en la región de Coquimbo midieron 150 individuos de la especie para obtener las siguientes funciones de biomasa total y de componentes, en peso verde:

$$\text{PRAM} = -0,8666 + 0,05097 * \text{AA}; R^2 = 0,97; \text{ECM}^{**} = 23,3\%$$

$$\text{PRAMI} = -10,2917 + 2,1555 * \text{DMAC} + 0,03018 * \text{DD} + 6,9923 * \text{DMEC}; R^2 = 0,92; \text{ECM} = 19,9\%$$

$$\text{PTOT} = -17,0107 + 0,05463 * \text{AA} + 12,82 * \text{DMEC}; R^2 = 0,96; \text{ECM} = 18,7\%,$$

donde:

PRAM	=	peso verde ramas (kg)
PRAMI	=	Peso verde ramillas (kg)
PTOT	=	peso verde total (kg)
AA	=	$\text{DB}^2 * \pi/4 * \text{NR} * \text{HMF}$
DB	=	Diámetro basal (cm)
NR	=	Número de ramas mayores a 3 cm de diámetro
HMF	=	Altura de máximo follaje (m)
DMAC	=	diámetro mayor de copa (m)
DD	=	$\text{DMAC} * \text{DMEC} * \text{NR} * \text{HT}$
DMEC	=	diámetro menor de copa (m)
HT	=	altura total
R^2 *	=	Coefficiente de determinación
ECM^{**}	=	Error cuadrático medio

Los autores indican que las funciones no son aditivas, y que el rango de aplicación de las variables para asegurar su validez es el que se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Rango de aplicación de las variables incorporadas en las funciones de biomasa

Variable	Promedio	Rango
Diámetro basal (cm)	6,0	3,4 – 11,6
Número de ramas	4,1	1,0 – 10,0
Altura total (m)	2,5	1,6 – 4,0
Altura de máximo follaje (m)	2,2	1,3 – 3,5
Diámetro mayor de copa (m)	3,4	1,3 – 5,7
Diámetro menor de copa (m)	2,8	1,2 – 5,1

Fuente: Prado *et al.*, (1988 b)

Prado *et al.*, (1998 c), indican que los factores de conversión peso seco/peso verde, son 0,62 para ramas, 0,68 para ramillas incluyendo hojas, y 0,80 para hojas.

Con las funciones obtenidas, Prado *et al.*, (1998c) indican que la distribución de la biomasa se concentra en las ramillas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Distribución de la biomasa de los componentes de espino (% del peso total)

Componente	Peso verde		Peso seco	
	Valor real	Valor estimado	Valor real	Valor estimado
Ramas	42,02	42,03	39,79	39,80
Ramillas	57,98	57,97	60,21	60,20

Fuente: Prado *et al.*, (1998 c)

Prado *et al.*, (1988a), determinó para la misma área que las variables independientes diámetro basal, número de ramas mayores a 3 cm, altura máxima del follaje y diámetro mayor y menor de copa son las que mejor predicen el peso seco total de la especie.

Aguirre e Infante (1988), concuerda con Prado *et al.*, (1988a), pero agrega la altura total y el número de retoños para la obtención de una mejor función, en peso seco:

$$\text{PRAM} = -4,2152 + 0,0206 * \text{AA} + 0,2810 * (\text{DMAC} * \text{DMEC} * \text{HT}); R^2 = 0,95; \text{ECM}^{**} = 14,8\%$$

$$\text{PRAMI} = 1,8288 + 0,5636 * (\text{DMAC} * \text{DMEC} * \text{HMF}); R^2 = 0,92; \text{ECM} = 16,8\%$$

$$\text{PTOT} = -2,8818 + 0,0205 * \text{AA} + 0,7940 * (\text{DMAC} * \text{DMEC} * \text{HT}); R^2 = 0,97; \text{ECM} = 10,8\%$$

donde:

PRAM	=	peso seco ramas (kg)
PRAMI	=	Peso seco ramillas (kg)
PTOT	=	peso seco total (kg)
AA	=	$\text{DR}^2 * \text{NR} * \text{HMF}$
DMAC	=	diámetro mayor de copa (m)
DMEC	=	diámetro menor de copa (m)
DR	=	diámetro promedio de retoños (cm)
NR	=	Número de retoños
HMF	=	Altura de máximo follaje (m)
HT	=	altura total
R^2 *	=	Coefficiente de determinación
ECM^{**}	=	Error cuadrático medio

Sin embargo, estos últimos autores obtuvieron una función alternativa para el peso seco de ramas, que son las que corresponden al principal componente de la especie (56% del peso seco del árbol), y que a pesar de tener una correlación levemente inferior, emplea solamente tres variables, diámetro promedio de retoños, número de retoños y altura de máximo follaje, lo que facilita un inventario de biomasa:

$$\text{PRAM} = 0,0519 + 0,0292 * (\text{DR}^2 * \text{NR} * \text{HMF}), R^2 = 0,93; \text{ECM} = 19,2\%$$

Con estos antecedentes, los autores indican que las funciones obtenidas permiten hacer estimaciones confiables de la biomasa de árboles de monte bajo en la zona central del país, región de Valparaíso a región del Maule (Aguirre e Infante, 1988).

Oyarzún y Palavicino (1984), a partir de una muestra de 18 individuos en la provincia del Choapa, Región de Coquimbo, determinaron las siguientes funciones de producción:

$$\text{Ln PST} = -2,598914 + 2,021527 \text{ Ln DB}$$

$$\text{Ln PSR} = -3,407963 + 2,368579 \text{ Ln DMC}$$

$$\text{Ln PSR1} = -1,476504 + 0,943813 \text{ Ln DB}$$

$$\text{Ln PSTOT} = -1,968267 + 1,8911210 * \text{Ln DB},$$

donde:

PSTOT	=	Peso seco total (kg)
PST	=	Peso seco tronco (kg)
PSR	=	Peso seco ramas (kg)
PSR1	=	Peso seco ramillas (kg)
DB	=	Diámetro basal (cm)
DMC	=	Diámetro medio de copa (m).

Para estimar el rendimiento de carbón de espino por árbol, Cruz *et al.*, 2007 preseleccionaron tres funciones, basado en sus valores de estimación relativamente cercanos y las bondades de los ajustes:

Función 1. Gajardo y Verdugo, 1979 (V Región)

$$PC = e * DBAS * HCOM * (NR + 1),$$

donde:

PC	:	peso carbón (kg)
DBAS	:	diámetro base (cm)
HCOM	:	altura comercial (m)
NR	:	número de ramas
N	=	190
R_	=	0,96; S = 5,9

Función 2. Oyarzún y Palavicino, 1984 (IV Región)

$$\ln PSTOT = -1,968267 + 1,8911210 * \ln DB$$

$$PC = 0,3 * \ln PSTOT,$$

donde:

PSTOT	:	peso seco total (kg)
PC	:	peso carbón con rendimiento de 30% (leña seca-carbón)
DB	:	diámetro basal (cm)
N	=	18
R_	=	0,99

Función 3. Díaz, 2004 (Región Metropolitana)

$$\ln \text{Peso} = 8,1177 + 2,3813 * \ln \text{DAT},$$

donde:

Peso	:	peso seco total (en kg)
DAT	:	diámetro altura tocón (m)
N	=	40
R ₋	=	0,86; S = 0,37

De acuerdo a las tres funciones presentadas, un árbol tipo de 12 cm de DAP, con diámetro basal de 4 cm y 4 vástagos por árbol de 4 m de altura permitiría obtener 35 kg, 18 kg o 26 kg de carbón de espino, respectivamente. Para un renoval de monte bajo, con densidades entre 200 y 800 árboles/ha, la producción de carbón con una intensidad de corta que no supere el 35% del área basal, estaría en promedio entre 2 y 7 ton de carbón/ha (Cruz *et al.*, 2007).

b. Volumen

Por otra parte, Díaz (2004) obtuvo una función de volumen, ya que no existen antecedentes al respecto y porque permite obtener un valor uniforme básicamente independiente del contenido de humedad presente en el fuste y además porque es fácilmente transformable a valores de peso y cuantificar la sección fustal:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = 0,0028 + 1,3065 * \text{DAT}^2,$$

donde:

$$\text{DAT} = \text{diámetro a la altura del tocón (m)}$$

La autora obtuvo un coeficiente de determinación de 0,82 y un error estándar de 0,0068, con lo que sostiene que la función se ajusta satisfactoriamente.

c. Producción floral y de frutos

Ortíz (1990), definió cuatro tipos de hábitos de crecimiento según el número de vástagos que posee cada individuo (pero en un rodal homogéneo con altura media de 3,69 m), con el objeto de analizar la producción de flores y frutos, concluyendo que no hay diferencias en la producción de flores en los hábitos definidos, pero sí en la producción de frutos, siendo ésta mayor a mayor cantidad de vástagos (6 o más). También observó que la altura de copa y diámetro de copa están mejor correlacionadas con la producción de flores que con la producción de frutos.

Además el autor observó que el diámetro basal de las ramas y largo de ramas están correlacionadas positivamente con la producción de flores. Ajustó la función

$$Y = -43,04867 + 1,288563 * X1 + -0,194409 * X2,$$

donde:

Y	=	Número de flores
X1	=	Diámetro basal rama ² * Largo rama ²
X2	=	Diámetro basal rama ² * Largo rama,

Obteniendo un coeficiente de correlación de 88,7%

Para la variable número de frutos, el ajuste obtuvo la función: $Y = 22,1146 + 0,002001 * X$, donde $X =$ diámetro basal rama², con un coeficiente de correlación de 77,78%. Para la variable peso seco de frutos (variable más correcta para la evaluación de fitomasa), se obtuvo la función:

Y	=	$129,086322 + 0,01066 * X1 + -2,444355 * X2$, donde,
Y	=	peso seco de frutos (gr)
X1	=	Diámetro basal rama ² * Largo rama ²
X2	=	Diámetro basal rama,

Con un r^2 de 88,59%. Dado este valor, el peso seco de los frutos está mejor correlacionado con las variables diámetro basal de ramas y largo de ramas, lo que indicaría que es una unidad más conveniente para medir la producción de frutos.

Por último Ortiz (1990) determinó que los porcentajes de fructificación de inflorescencias y flores fueron en general bastante bajos (2,97% y 0,07%), y que la mayor producción de flores y frutos se concentró en la periferia del follaje.

3. USOS, PRODUCTOS Y PROCESOS

Susana Benedetti

Si bien el uso tradicional que se le reconoce a espino ha sido principalmente con fines energéticos, básicamente leña y carbón, esta especie califica como especie multipropósito toda vez que presenta otros interesantes usos y cumple una serie de funciones de tipo ambiental y ecológico de relevancia.

3.1. Uso dendroenergético

Tradicionalmente la madera de espino se ha empleado para la fabricación de carbón vegetal, el cual es considerado de excelente calidad (Donoso, 1978; Olivares, 1983; Rodríguez *et al.*, 1983; Vita 1989). Alvarado (1989), indica que el carbón de espino posee dos veces más valor calorífico por unidad de peso y más eficiencia energética en su aplicación que la leña de la misma especie.

La extracción histórica e intensa intervención para la obtención de material con fines energéticos ha generado un impacto altamente negativo en el espinal, modificando la estructura de la formación así como la arquitectura de los individuos, razón por la cual lo más común es encontrar formaciones de monte bajo, observándose un bosque de tipo monte bajo con pérdida de clases diamétricas, conformado principalmente por arbustos jóvenes, retoños e individuos nuevos; siendo los ejemplares maduros los que se presentan en menor número, ya que son extraídos para la producción de carbón.

El proceso de producción de carbón de espino demora en promedio 13,1 días el cual, requiere de gran cantidad de mano de obra que se concentra en la extracción del recurso, etapa que consume alrededor de un 40% (132,5 jornadas/año) del total (301,7 jornadas/año). El factor de conversión de kg de leña a kg de carbón es de 4,8. Se estima que un espinal denso y alto puede rendir hasta 20.000 kg/ha de carbón (Serra, 1997).

En general el proceso de obtención de carbón de espino consiste en: corta de ramas y/o individuos o destronque total, desrreme y trozado, traslado y apilado a zona de hornos. La faena misma de carbonización se realiza en el campo mismo en hornillas (hornos semienterrados) u hornos (confeccionados sobre la superficie) ambos de barro. El horno se confecciona sobre el mismo apilado (foto 24) y luego del proceso de carbonización queda preparado para nuevas cargas (foto 25).



Foto 24: **Apilado para confección de horno.**



Foto 25: **Apilado para carga y horno en parte posterior.**

Respecto del proceso de comercialización el carbón es confeccionado por pequeños productores, quien vende el 90%, el 10% restante lo destina a autoconsumo. El productor vende a un intermediario quien lo comercializa en centros urbanos o distribuye a empresas mayores. El mercado del carbón de espino es especialmente importante en la zona central de Chile, desde la Región de Valparaíso a la Región del Maule, lo que es coincidente con las de mayor presencia de la especie.

En términos generales, el costo de producción representa el 50 – 60% del precio de venta. Se ha observado en muchos casos, que los propietarios recurren a medieros para realizar la faena de corta y extracción- producción o venden a intermediarios con la consecuente pérdida de rentabilidad del negocio.

Los formatos de comercialización son sacos de 35 a 40 k, y bolsas de papel, comúnmente de 2,5 k en locales comerciales. En el cuadro 11 a continuación se presentan precios de carbón en distintos formatos y regiones.

Cuadro 11. Ejemplo de precios de carbón de espino

Producto	Unidad k	Región	Precio \$
Saco	35 - 40	Metropolitana	10.000 – 21.000
Bolsa papel	2,5 k	Metropolitana	1.000
Saco	45	L. Bdo O'Higgins	16.000
Saco	39	Valparaíso	12.000 mínimo 2000 K

Para ciertas fechas, en particular en Fiestas patrias este producto presenta su mayor alza, alcanzando \$21.000 el saco de 45 k y \$1100 la bolsa de 2,5 k.

Su madera ha sido también utilizada en menor grado en artesanías, principalmente para tornería ya que presenta un hermoso vetado, con alto contraste entre la albura amarillenta y el duramen rojizo oscuro. Por su dureza la madera de espino es también utilizada como postes y estaca para cercos (Cornejo y Gándara, 1980). En la Región del Libertador Bdo O'Higgins es utilizado para la confección de mango de cuchillas injertadoras para el trabajo en los parronales (foto 26).



Foto 26: ***Cuchilla injertadora de parras con mango confeccionado en madera de espino.***

3.2. Uso en recuperación y conservación de suelos

Gracias a su profundo sistema radicular, el espino se utiliza en prácticas de conservación de suelos y control de erosión (Serra, 1997). Estabiliza el suelo con su sistema radical, permitiendo una buena captación de las precipitaciones, regulando el abastecimiento de agua de las cuencas hidrográficas (Stoerh, 1969, citado por Ortiz, 1990). En las siguientes fotos se pueden observar espinos en control de cárcavas y de taludes.



Foto 27: **Espinos plantados en cárcavas entre diques.**



Foto 28: **Espinos plantados en taludes de canal.**

3.3. Uso Forrajero y mejoramiento de la pradera

Espino es también considerado como forrajero dado que es ramoneado por distintos tipos de ganado, sus flores, hojas verdes, frutos maduros y semillas constituyen una importante fuente de alimentación durante épocas de sequía en periodo estival o en zonas áridas, para ganado vacuno, ovino, caprino, mular y asnal (Ministerio de Desarrollo Social y Medio ambiente, 1999).

Se le reconoce además al espinal una influencia positiva sobre la estrata herbácea además de generar una mayor fertilidad y estabilidad al ecosistema formando un microclima que permite que al ganado protegerse de las inclemencias del tiempo, aumentando así la eficiencia energética de este (Cornejo y Gándara, 1980; Ovalle y Avendaño, 1984; Polzenius, 1987; Olivares *et al.*, 1988; Castillo *et al.*, 1988, cit. por Ortiz, 1990). A modo de ejemplo un estudio realizado por Squella (2011) muestra que en sitios en que el espinal presentaba una altura superior a 1,7 m y el recubrimiento de copa era mayor a un 25%, la producción del pastizal fue en promedio un 92% superior que en aquellos sitios en que el espinal había sido eliminado. En resumen, la formación de espinal aportó un mayor contenido de nutrientes en la ingesta que en el forraje ofrecido, principalmente en proteína y digestibilidad.

3.4 Uso como alimento

Los frutos de espino, semillas y vainas, sirven para la elaboración de harinas de alto contenido proteico y se usan como complemento en la alimentación del ganado.

Las semillas tostadas se utilizan para la preparación de café (Ortiz, 1966). Sus flores son utilizadas en Argentina para la preparación de té (Ministerio de Desarrollo Social y Medio ambiente, 1999).

Espino es considerado además una especie melífera, específicamente como muy buena productora de polen (Carrere, 1990).

3.5. Uso en cosmética

Las flores presentan un intenso aroma las que se utilizan para la preparación de productos aromáticos, aceites esenciales y su esencia se emplea en perfumería (Ministerio de Desarrollo Social y Medio ambiente, 1999).

3.6. Uso Ornamental

Ortiz (1966) apela a la importancia que se le debiera dar a espino como especie ornamental y "*signo magnífico de chilenidad*" por ser la única especie del género *Acacia* presente en Chile, y la exquisita fragancia de sus flores.

De acuerdo a Serra (1997), el valor ornamental que presenta espino se debe a su abundante floración primaveral y en el agradable aroma de sus flores.

Hoy en día es cada vez más frecuente el uso de espino en silvicultura urbana (fotos 28 y 29). Esto queda de manifiesto en el uso de espino en el diseño paisajístico de áreas verdes ligados a condominios, y desarrollo de áreas habitacionales, en particular en la extensión de la región Metropolitana, y orientadas a segmentos medios y altos. También es posible observar una mayor frecuencia de utilización de espinos en el verde de las calles



Foto 29: **Espinosa en área verde de condominio.**



Foto 30: **Espinosa en área verde de estadio.**

3.7. Usos medicinales

En medicina popular se usa la corteza, rica en tanino, como astringente y para curar golpes y heridas o contusiones tanto en personas como en animales (Ortiz, 1966). Se usan los palos delgados o la corteza en dosis de 50 gramos para un litro de agua, en cocimiento, se toman de dos a tres tazas diariamente, según los casos.

Las semillas tienen propiedades digestivas y estimulantes. Una receta indica que las semillas, tostadas y molidas, se preparan en la misma forma que el café, atribuyéndole también propiedades digestivas y estimulantes, se indica además como un buen antídoto de los alcaloides, en caso de intoxicación (Ortiz, 1966).

En Argentina y Uruguay la sabiduría popular también reconoce usos medicinales a la especie. En Uruguay se usa como digestivo y estomacal una infusión de flores secas al 10%, como sedante y cardialgias una maceración de flores frescas en alcohol de 60°, se prescriben gotas en agua azucarada o en un terrón de azúcar, como antidiarréico, la infusión de los frutos tomado después de las comidas, como antihemorroidal la infusión de los frutos; en baños de asiento (Carrere, 1990). En Argentina el espino es una de las especies de mayor aplicación como medicinal, según las partes de la planta utilizada. La corteza se usa como astringente, para ronquera, otitis y bronquitis, las hojas para el reumatismo, como depurativo de la sangre, cicatrizante y digestivo, también se usan sus semillas, flores (Ministerio de Desarrollo Social y Medio ambiente, 1999).

4. MARCO NORMATIVO

Cristina Pavez, C.

Espino, *Acacia caven* (Mol) Mol., es una especie nativa perteneciente al tipo forestal esclerófilo, el marco normativo que tiene incidencia sobre esta especie, se presentan a continuación:

4.1. LEY Nº 20.293 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, 2008.

Cuando constituye bosque o matorral arbustivo, el espino se encuentra normado por la **LEY DE BOSQUE NATIVO Nº 20.283, 2008**, referida **SOBRE RECUPERACION DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, cuyo objetivo, según el **artículo 1**, es la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política forestal. Las normas aplicables son;

- LEY 20.283 propiamente tal (en su cuerpo principal)
- REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL
- REGLAMENTO DEL FONDO DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DEL BOSQUE NATIVO
- REGLAMENTO DE LOS RECURSOS DESTINADOS A LA INVESTIGACIÓN DEL BOSQUE NATIVO
- REGLAMENTO DE SUELOS, AGUA Y HUMEDALE
- REGLAMENTO DEL CONSEJO CONSULTIVO DEL BOSQUE NATIVO.

4.1.1. Definiciones legales

En el **artículo 2**, de la **LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, se encuentran las definiciones legales, entre las más importantes destacan:

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

Bosque nativo de uso múltiple: Aquél cuyos terrenos y formaciones vegetales no corresponden a las categorías de preservación o de conservación, y que está destinado preferentemente a la obtención de bienes y servicios maderables y no maderables.

Especie nativa o autóctona: Especie arbórea o arbustiva originaria del país que ha sido reconocida oficialmente por el Ministerio de agricultura.

4.1.2. De los planes de manejo

En la **LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, desde el **artículo 5** al **artículo 14**, se hace referencia a los planes de manejo forestal, refiriéndose a plazos, modificaciones, ejecución, posterior fiscalización, etc.

El artículo 5, determina que toda acción de corta de bosque nativo, cualquiera sea el terreno donde se encuentre, se deberá hacer previo plan de manejo aprobado por CONAF, además debe cumplir con lo establecido en el Decreto de Ley 701, de 1974. Dicho plan de manejo, según el **artículo 6**, debe contener la información general de los recursos existentes en el predio.

Desde el **artículo 7** al **artículo 14**, se hace referencia a los procesos administrativos de los planes de manejo forestal.

Por otra parte, según lo establecido en el **REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, el **artículo 3**, dice relación a toda acción de corta de bosque nativo, el cual obligará a la presentación y aprobación de un plan de manejo por parte de CONAF, el cual deberá considerar las normas de protección ambiental. La corta o explotación de bosque nativo excepto cuando se trate de cortas intermedias, obligará a reforestar o regenerar una superficie de terreno igual o a lo menos a la cortada.

4.1.3. De la protección ambiental

En la **LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, desde el **artículo 15** al **artículo 21**, se refiere a las normas de protección ambiental, artículos en los cuales se hace referencia a la protección y conservación del bosque nativo ante la corta o explotación no autorizada o normada.

El artículo 17, se refiere a la prohibición de corta, destrucción, eliminación o menoscabo de árboles y arbustos nativos a una distancia de 500 metros de los glaciares, así como también protege los suelos, cuerpos y cursos naturales de agua.

4.1.4. Del fondo de conservación y manejo sustentable del bosque nativo

En la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, desde el **artículo 22**, hasta el **artículo 36**, se hace referencia a las actividades bonificables cuyo objetivo principal sea la conservación, la recuperación y el manejo sustentable del bosque nativo.

El artículo 22, nombra las actividades bonificables y los valores asociados a dichas actividades, entre ellas las que destacan son las siguientes; obtención de una bonificación de hasta 5 Unidades tributarias mensuales por hectárea a aquellas

actividades silviculturales dirigidas a la obtención de productos no madereros. Bonificación de hasta 10 Unidades tributarias mensuales por hectárea para aquellas actividades silviculturales dirigidas a manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción maderera. Para el caso de los pequeños propietarios forestales los montos deberán ser incrementados hasta un 15% según se disponga en el reglamento del fondo. Se bonificará además, según el **artículo 23**, con un monto de hasta 0,3 unidades tributarias mensuales por hectárea, la elaboración de planes de manejo forestal concebidos bajo el criterio de ordenación.

Todos los fondos serán destinados mediante concurso público, según lo establecido en el **artículo 24** y en el **artículo 25**.

De acuerdo a lo establecido por el **REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, en el **artículo 2** y en el **artículo 3** se establece aquellas actividades con fines no madereras y madereras bonificables.

4.1.5. De las sanciones

En la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, desde el **artículo 45** al **artículo 56**, se refiere a las sanciones aplicables a quienes no procedan a actuar bajo el amparo de las normas establecidas en esta ley.

Quienes presenten antecedentes falsos en conjunto con los planes de manejo, según el **artículo 49** y el **artículo 50**, serán sancionados con presidio menor en cualquiera de sus grados.

En el **artículo 51**, se establece que toda corta de bosque no autorizada hará incurrir a quien ejecute la corta, en una multa equivalente al doble del valor comercial de los productos cortados o explotados, con un mínimo de 5 UTM por hectárea.

El **artículo 54**, establece sanciones para las siguientes infracciones que se señalan, entre ellas la que se refiere a *Acacia Caven* es: Multa de 5 a 15 UTM por hectárea al Incumplimiento de las medidas de protección de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo.

4.1.6. De las disposiciones generales

Según lo dispuesto en el **artículo 57** de la Ley sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal, si existe petición del interesado, la CONAF puede realizar una autorización simple de corta, siempre y cuando se trate del aprovechamiento o corta de una cantidad reducida de árboles para autoconsumo o mejoras prediales.

Además en el **REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL**, en el **artículo 27**, establece que quienes requieran de autorizaciones simples de corta no podrán superar un total de 50 árboles por predio de la VI región al norte, o de 100 árboles por predio, de la VII región al sur.

4.2. DECRETO DE LEY N° 701, sobre fomento forestal y otras disposiciones legales

Espino también se encuentra normado por el **Decreto Ley 701, 1974**. Ley **SOBRE FOMENTO FORESTAL Y OTRAS DISPOSICIONES LEGALES**, texto reemplazado por el artículo primero del decreto ley N° 2.565, de 1979, D. of 03.04.79 y modificado por el D.L. N° 2.691, de 1979, D. of. 16.06.79, Ley N° 18.959 y por el artículo primero de la Ley N° 19.561 en el año 1998. Este Decreto de Ley, dice en su **Artículo 1°** la Ley tiene por objeto regular la actividad forestal en suelos de Aptitud Preferentemente Forestal y en suelos degradados e incentivar la forestación, en especial, por parte de los pequeños propietarios forestales y aquella necesaria para la prevención de la degradación, protección y recuperación de los suelos del territorio nacional.

El **DECRETO DE LEY 701 DE FOMENTO FORESTAL Y OTRAS DISPOSICIONES LEGALES (LEY 19.561)**, está compuesto por el Decreto de Ley, en su cuerpo principal, por el reglamento general del DL 701, por el decreto supremo 193 de 1998, por el decreto supremo 192 de 1998 y por el reglamento técnico, Decreto supremo N° 259 del 01.09.1980.

En el cuerpo principal del **DL 701**, se encuentran una serie de artículos que se detallan a continuación.

4.2.1. Definiciones legales

En el **Artículo 2°**, se realiza la definición de una serie de conceptos relacionados con la Ley, entre las más importantes se encuentran:

Forestación: Acción de poblar con especies arbóreas o arbustivas terrenos que carezcan de ellas, o que al estar cubiertos de dicha vegetación, está no sea susceptible de ser manejada, para constituir una masa arbórea o arbustiva con fines de preservación, protección o producción.

Reforestación: Acción de poblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante siembra, plantación o manejo de la regeneración natural, un terreno que haya estado cubierto de bosque y el cual haya sido objeto de explotación extractiva con posterioridad al 28 de octubre de 1974.

Plan de manejo: Instrumento que, si reúne los requisitos que se establecen en el cuerpo legal, regula el uso, aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables en

un terreno determinado, con el fin de obtener el máximo beneficio de ellos, asegurando al mismo tiempo la preservación, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de dichos recursos y su ecosistema.

Bosque: Sitio poblado con formaciones vegetales en la cual predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m², con un ancho mínimo de 40 m, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables.

Corta no autorizada: Corta total o parcial de bosque efectuada sin plan de manejo aprobado o registrado por la CONAF, en conformidad a los dispuesto en el artículo 21 de la presente ley, como así mismo, aquella corta que, contando con plan de manejo previamente aprobado o registrado, se ejecute en contravención de las especificaciones técnicas del programa de corta, especialmente en superficies mayores o distintas que las autorizadas, o de intervenciones en las que se extraiga un porcentaje de área basal, total o por especie, distinto del especificado en el plan de manejo.

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

4.2.2. De los planes de manejo

El **DECRETO DE LEY 701 SOBRE FOMENTO FORESTAL**, hace referencia en sus artículos 8, 9 y 10 a los planes de manejo que debieran aplicarse en caso de cortas no autorizadas y sobre aquellos que podrán eximirse de hacerlos.

El **artículo 8**, dice relación con aquellas cortas no autorizadas, quienes deben presentar plan de manejo de reforestación (en un plazo que no exceda los 2 años) o de corrección, según sea el caso. En el **artículo 9**, se señala que los pequeños propietarios pueden eximirse de presentar los estudios técnicos y el plan de manejo, pero siempre y cuando se acojan a aquellos que realice la CONAF.

En el **REGLAMENTO GENERAL DEL DL 701**, entre el **artículos 28** y el **artículo 42** es posible ver en forma más detallada todo lo referido a los planes de manejo, su elaboración, plazos determinados, ejecución del mismo etc.

4.2.3. De las sanciones

En el **DECRETO DE LEY 701 SOBRE FOMENTO FORESTAL** Las sanciones son detalladas entre el **artículo 17** y el **artículo 24**, en ellos se encuentra detalladas aquellas sanciones realizadas en caso de incumplimiento de lo establecido en el DL 701.

Serán sancionados quienes no cumplan con el plan de manejo por causas imputables al propietario o al forestador, de acuerdo a lo establecido en el **artículo 17**, en este mismo artículo se define como falta grave el incumplimiento en la obligación de reforestar y de las medidas de protección contenidas en los planes de manejo, contemplando multas que van desde 5 a 15 UTM. También será sancionada cualquier acción de corta o explotación al bosque nativo que no tenga un plan de manejo establecido, de acuerdo a lo estipulado en el **artículo 21**, quien esté en esta situación deberá pagar el doble del valor comercial de los productos del bosque que cortó.

En el **artículo 22**, se expone que la corta o explotación de bosque en terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal, obligará al propietario a reforestar la misma cantidad en superficie, de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo. Pero en otros terrenos, la reforestación se exige sólo si el bosque cortado o explotado es de bosque nativo y se realiza de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo. En el caso de incumplimiento de estas acciones las multas serán las mismas dispuestas en el artículo 17.

De acuerdo a lo dispuesto en el **artículo 23**, toda corta o explotación de bosque en zonas fronterizas debe ser autorizada por la dirección de fronteras y límites del estado.

En el **REGLAMENTO GENERAL DEL DL 701**, se establecen las normas aplicables al fomento forestal y a los procedimientos administrativos para obtener la bonificación forestal.

4.2.4. De las bonificaciones forestales

En el **artículo 2** se establece que el propietario que quiera acogerse a los beneficios debe presentar la solicitud en CONAF. Según el **artículo 3**, el terreno se calificará de APF sólo cuando correspondan a suelos frágiles, suelos ñadis, suelos ubicados en áreas en proceso de desertificación, suelos en secano degradado y dunas, y además suelos de propiedad de pequeños propietarios forestales. El **artículo 4**, establece que para optar a la bonificación en suelos que no sean de aptitud preferentemente forestal, se deberán reconocer como suelos forestables, los cuales deben ser; suelos degradados de cualquier clase, suelos de secano arables ubicados en áreas en proceso de desertificación, suelos de secano arables, degradados, suelos de clase IV y suelos para el establecimiento de cortinas corta viento destinados a proteger suelos con problemas de erosión severa.

Con respecto a las actividades bonificables, especificado en el **artículo 2** del **REGLAMENTO GENERAL 192**, ellas son; 75% para la forestación en suelos frágiles, en ñadis o en áreas en proceso de desertificación. Un 75% para la forestación en suelos degradados y las actividades de recuperación de suelos o de estabilización de dunas. Un 75% para el establecimiento de cortinas cortaviento, en suelos de cualquier clase,

que se encuentren degradados o con serio peligro de erosión por efectos de la acción eólica. Un 90% para la forestación que efectúen pequeños propietarios forestales en suelos de aptitud preferentemente forestal o en suelos degradados de cualquier clase, incluidas aquellas plantaciones con baja intensidad para fines de uso silvopastoral. Un 75% para la primera poda y el raleo de la masa proveniente de las forestaciones realizadas por los pequeños propietarios forestales. Un 90% para las forestaciones en suelos degradados con pendientes superiores al 100%.

4.3. DECRETO SUPREMO N° 366

Cuando la especie se encuentra aislada, es decir no constituyendo bosque y bajo condiciones particulares se encuentra normada, de acuerdo al Ministerio de Tierras y Colonización por el **Decreto Supremo N 366, 1944**. El cual **REGLAMENTA LA EXPLOTACION DE QUILLAY Y OTRAS ESPECIES FORESTALES**.

Según lo establecido en el **artículo 1**, se consideran como forestales para los efectos de la explotación de maderas, leñas y carbón, los terrenos de secano no susceptibles de aprovechamiento agrícola inmediato que se encuentren ubicados entre el límite norte de la provincia de Tarapacá y el río Maipo.

En la región indicada en el párrafo anterior, según el **artículo 2**, queda prohibido definitivamente la descepadura de las especies de: Tamarugo, algarrobo, chañar, guayacán, olivillo, carbonillo, **espino**, boldo, maitén, litre y bollén.

4.4. Instituciones Fiscalizadoras

Existen dos instituciones encargadas de hacer cumplir las normas y, por lo tanto de realizar el trabajo fiscalizador, esas instituciones son CONAF y SAG.

La Corporación Nacional Forestal fiscaliza la **LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL N° 20.283** y el **DECRETO LEY 701, DE 1974, SOBRE FOMENTO FORESTAL Y OTRAS DISPOSICIONES LEGALES** y en el caso del Servicio Agrícola y Ganadero, debe fiscalizar con respecto el **DECRETO SUPREMO 366**, que **REGLAMENTA LA EXPLOTACIÓN DE QUILLAY Y OTRAS ESPECIES FORESTALES**.

5. BIBLIOGRAFIA

Abedini, W.; Boeri, P.; Marun Ricci, L.; Ruscitti, M.; Scelzo, L. 2000. Biotécnicas aplicadas a especies forestales nativas. Invest. Agr.; Sist. Recur. For. Vol 9(1): 31-43

Aguirre, S.; Infante, P. 1988. Funciones de biomasa para boldo y espino. Ciencia e Investigación Forestal 2(1): 45-50.

Alvarado, W. 1989. "Relación entre el hábito del espino (*Acacia caven* Mol.) con el rendimiento de carbón y leña". Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, 108 p.

Amuchástegui, A., Petryna, L., Cantero, J. J. y Núñez, C. 2003. Plantas parásitas del centro de Argentina. Parasitic flowering plants of central Argentina. Acta Botánica Malacitana 28: 37 – 46.

Aronson, J. 1992. Evolutionary biology of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae) infraespecific variation in fruit and seed characters. Annals of Missouri Botanical Garden. 79:958-968.1992.

Baldini, A. y Alvarado A. (2008) Manual de plagas y enfermedades del bosque nativo en Chile. Asistencia para la recuperación y revitalización de los bosques templados de Chile, con énfasis en los *Nothofagus caducifolios*. FAO/CONAF, Santiago, Chile.

Barriga, J.; Curkovic, T.; Fichet, T.; Henríquez, J. y Macaya, J. 1993. Nuevos antecedentes de coleópteros xilófagos y plantas hospederas en Chile, con una recopilación de citas previas. Rev. Chilena de Ent. 20:65-91.

Barros, S. 2007. El género *Acacia*, especies multipropósito. Ciencia e Investigación Forestal-Instituto Forestal. Chile. Número Extraordinario. Noviembre, 2007. p 5-30.

Cabello, A. 1990. Propagación de especies pertenecientes a los bosques esclerófilos y espinosos de la zona central de Chile. En: Opciones silviculturales de los bosques esclerófilos y espinoso de la zona central de Chile. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Dpto. de Silvicultura. Apuntes Docentes N° 3. pp. 56-74.

Cabello, A.; Alvear, A. 1991. Efecto de la temperatura sobre la geminación de dos lotes de semillas de espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol. Ciencias Forestales 7 (1-2): 3-12.

Carrere, R.1990. El bosque natural uruguayo: utilización tradicional y usos alternativos. ANEXO No 2. USOS MEDICINALES DE ESPECIES DEL MONTE INDIGENA. **Serie** "Investigaciones" N° 79 de CIEDUR Diciembre de 1990.

Cogollor, G.; Poblete, M. y Barria, G. 1989. Problemas fitosanitarios en algunas especies del tipo forestal esclerófilo. Santiago, Chile. Proyecto FAO: DP/CHI/83/OA. Documento de trabajo N° 19.

Cogollor, G. (2001). ***Dinámica poblacional de agentes de daño asociados*** a bosque nativo En : A. Baldini & L. Pancel (Ed.). Agentes de daño en el bosque nativo. GTZ/CONAF, Editorial Universitaria, Santiago. 351-396.

CONAF, 1984. Capacidad calórica. Comparación entre leña de eucalipto, leña de espino, leña de especies forestales nativas existentes en la Región Metropolitana, carbón mineral, carbón blanco y petróleo. Santiago, Chile. 23 p.

Cornejo, R y Gándara, J. 1980. Influencia de la estrata arbustiva en la productividad de la estrata herbácea de la estepa de *Acacia cavendishii* (Mol) Hook et Am. Memoria de título Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 98 p.

Cornejo, P.A. 2008. Efecto de intensidades de corte en el rebrote de *Acacia cavendishii* (Mol.) Mol. Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 24 p.

Cummins, G. B. 1959. Illustrated Genera of rust fungi. Burgess Publ. Co. Minneapolis.

Cruz, P.; Honeyman, P.; Hube, C.; Urrutia, J.; Ravanal, C.; Venegas, A.; Schulze, C. 2007. Modelo de Gestión Forestal para el uso sustentable de los Bosques Mediterráneos Chilenos. Escuela Ingeniería Forestal, Universidad Mayor de Chile. 72 p.

Cuevas, W. 1985. Usos alternativos de tamarugos y algarrobos. Características y propiedades tecnológicas de la madera. Universidad de Chile. Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile.

Del Fierro, P. 1998. Experiencia silvicultural del bosque nativo de Chile. Recopilación de antecedentes para 57 especies arbóreas y evaluación de prácticas silviculturales. Proyecto manejo sustentable del bosque nativo GTZ-CONAF. 420 p.

Del Fierro, P. 2001. Efecto de tratamientos de corte sobre el rebrote de *Acacia cavendishii* (Mol.) Mol. en Auco, IV Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Depto. Silvicultura. 83 p.

Díaz, K. A. 2004. Evaluación del rendimiento volumétrico al aplicar un raleo en un espinal de la comuna de San Pedro, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Depto. Silvicultura. 48 p.

Díaz-Vaz, J. 1979. Claves para la identificación de maderas de árboles nativos y cultivados en Chile, en: *Bosque* 3 (1): 26-38.

Di Iorio, O y Farina, J. 2009. Plantas hospedadoras de Cerambycidae (Coleoptera) de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat.* vol.11 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires ene. /jun. 2009.99p.

Donoso, C. 1974. *Dendrología: Árboles y Arbustos Chilenos*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Santiago, Chile. 72 p.

Donoso, C. 1978. *Dendrología: Árboles y arbustos chilenos*. Manual N°2. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile.142 p.

Donoso, C. y CABELLO, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile*. 1 (2):31 - 41.

Donoso C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de trabajo N° 38. CONAF/FAO. Santiago, Chile. 70 p.

Donoso, S.; Peña-Rojas, K.; Díaz, K. 2009. Rendimiento volumétrico de raleo de un rodal de *Acacia caven* en la Región Metropolitana, Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 15(3): 339-353.

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

Donoso C. 1983. *Arboles nativos de Chile*. Guía de reconocimiento. Vol. 1. Colección Naturaleza. Corporación nacional Forestal. Ed. Alborada. Valdivia, Chile. 116 p.

Doran, J.C., Boland, D.J., Turnbull J.W. y Gunn, B.V. 1983 *Las semillas de acacias de zonas secas*, FAO, Roma (92 págs.).

Drake, F.; Emanuelli, P; Acuña, E. 2003. Compendio de funciones dendrométricas del bosque nativo. Universidad de Concepción – Proyecto Conservación y manejo sustentable del bosque nativo. CONAF- KfW – DED - GTZ. 197 p.

Ferrari, A.E.; Wall, L. G. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105 (2): 63-87.

Fuentevilla, C. 1999. Compendio de funciones y tablas para el manejo del bosque nativo chileno. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Depto. Manejo de Bosques y Medio Ambiente. 228 p.

- Galaz, M. 2004. "Caracterización del sistema de producción de carbón de espino (*Acacia caven* Mol.) en la comuna de Pumanque, VI Región", Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, 56 p.
- Gajardo, R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. Facultad de Ciencias Agrarias, veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 316 p.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Chile. 165 pp.
- Gajardo, M. y R. Verdugo. 1979. Rendimiento en hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), corteza de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y carbón de espino (*Acacia cave* Mol.) en la V Región. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 93 p.
- García, N. y Ormazábal C. 2008. Árboles Nativos de Chile. Fundación Huinay. Enersis S. A. Santiago, Chile. 196 p.
- Godoy, R., Ramírez, C. and Puentes, O. 2001. Plantas parásitas vasculares de Chile. En: A. Baldini & L. Pancel (Ed.). Agentes de daño en el bosque nativo. GTZ/CONAF, Editorial Universitaria, Santiago. 53-88.
- González, H. 1996. Un nuevo huésped del "Nematodo de la Raíz" (*Meloidogyne*) en Chile. En Resúmenes IV Congreso Nacional de Fitopatología 5-7 de noviembre de 1996. Universidad de Talca. Talca. Revista Simiente 1197, 67(1):68-95.
- González, M. 2000. Evaluación de la capacidad de rebrote de *Acacia caven* (Mol.) Mol. frente a diferentes opciones de corte en la IV Región de Chile. Memoria para optar al título profesional de ingeniero forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. 72 p.
- González, G. & Opazo, A. 2002. Enfermedades fungosas y otras. En: Agentes de daño en el bosque nativo (Ed. Baldini & Pancel), pp: 89-135. Primera edición, Ed. Universitaria. 408 pp.
- Gutiérrez, M; Karsulovic, T.; Torres, P.; León, A. 1989. Estudio sobre el secado y algunas propiedades de trabajabilidad y usos de la madera de algarrobo, espino y tamarugo. Investigación y desarrollo en zonas áridas y semiáridas. DP/CHI/83/017. Documento de Trabajo N°25. CONAF-PNUD. Santiago, Chile. 101 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1983. Plant propagation. Principles and practices. 4a Ed. New Jersey. USA. Prentice-Hall. 727 p.

Hoffmann, A. 1978. Flora Silvestre de Chile. Zona Central. Una guía para la identificación de las especies vegetales más frecuentes. Fundación Claudio Gay. Santiago. 255 p.

Hoffmann, A. 1998. Flora Silvestre de Chile, Zona Central. Edición 4. Fundación Claudio Gay, Santiago. 254p.

Jordán, M. 1996 Métodos de propagación biotecnológicos y convencionales de leguminosas de usos múltiples para zonas áridas. En: Técnicas convencionales y biotecnológicas para la propagación de plantas de zonas áridas. FAO, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Jardín Botánico Instituto de >Biología (UNAM). Serie: Zonas áridas N° 9. Pp. 111-152.

Kocher, F.; Villalobos, A. 1967. Escarificación de semillas de espino. Agricultura técnica 27 (2): 86-87.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Editorial Alfa Impresores, Santiago. Chile. 545 pp. McIntyre, S., Lavorel, R. & Tremont, M. 1995.

Ministerio de Desarrollo Social y Medio ambiente. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Estudio integral de la región del Parque Chaqueño. Informe general ambiental. Proyecto bosques nativos y áreas Protegidas [en línea]. 2a. Ed. Red Agroforestal Chaco Argentina, 1999 [fecha de consulta: 21 de Noviembre 2012]. Disponible en:
<<http://www.ecopuerto.com/bicentenario/informes/ParqueChaqueno.pdf>>

Mujica, F.; Vergara, C. 1980. Flora fungosa chilena. Fac. Cs. Agrícolas N°5 U. de Chile. 308 p.

Navarro, R. 1995. "Efecto de intervenciones silviculturales sobre el crecimiento y la producción de fitomasa de *Acacia caven* en Melipilla, Región Metropolitana", Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, 89 p.

Ott, P. 1997. Propagación de flora nativa. Uso paisajístico de la flora nativa en Chile Central. Pérez, V.O., ed. pp.040-047.

Ovalle, C. 1993. Restauración y rehabilitación de los espinales en la zona mediterránea subhúmeda y húmeda. Memoria Seminario de Agroforestería: Potencialidades y restricciones dentro del desarrollo del sector forestal chileno. Santiago, 3-4 diciembre de 1992. Pp. 20-31.

Oyarzún, V. y Palavicino, V. 1984. Evaluación de especies leñosas, para ser usadas con fines energéticos, en la Provincia del Choapa, IV Región. Tesis Ing. For. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Escuela de Cs. Forestales. 159 p.

OLIVARES, A. 1983. Potencial silvopastoral del matorral de *Acacia caven*. En: Actas del encuentro

del estado de la investigación sobre manejo silvopastoral en Chile. Universidad de Talca. 57-64 p.
Olivares, A y Gastó, J. 1971. Comunidades de terófitas en subseres post aradura y en exclusión en la estepa de *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn. U. de Chile, Fac. de Agronomía. Boletín Técnico N° 34.

Ortiz, J.1966. Algunos forestales chilenos de la estepa septentrional. Boletín Técnico N°23. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 45 p.

Ortiz, G. 1990. Relación entre el hábito de crecimiento del espino (*Acacia caven*) (Mol) Mol. y la producción de flores y frutos.

Pacheco, G. 2005. Evaluación del proceso de carbonización y calidad del carbón de *Acacia caven* (Mol.) Mol. Producido en hornos de barro. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Ingeniería de la Madera. Santiago, 59 p.

Piña, L.F. 2008. Efecto del microrelieve y la influencia de *Acacia caven* (Mol.) Mol. En el crecimiento y desarrollo de la pradera anual de clima mediterráneo. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agronómicas. Escuela de Agronomía. 37 p.

Piontelli L., Eduardo; Vivar M., Valia.1968. Notas micológicas 2. *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. Aggr. forma hialina y *Spicellum roseum* Nicot y Roquebert. Boletín Micologico (Jul-Dic 1998). v. 13(1-2) p. 57-61.

Prado, J.A.; Infante, P; Arriagada, M.; Aguirre, S. 1988a. Aprovechamiento de la biomasa en zonas áridas y semiáridas. Investigación y desarrollo de áreas silvestres en zonas áridas y semiáridas. CONAF, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, ONU. Documento de trabajo N° 15. 61 p.

Prado, J.A.; Infante, P; Arriagada, M.; Aguirre, S. 1988b. Funciones de biomasa para seis especies arbustivas de la zona árida chilena. Ciencia e Investigación Forestal 1(2): 11-20.

Prado, J.A.; Infante, P; Arriagada, M.; Aguirre, S. 1988c. Funciones de biomasa para siete especies arbustivas en la IV Región. CONAF, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, ONU. Documento de trabajo N° 14. 24 p.

Rodríguez, R.; Matthei, O.; Quezada, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Chile. 408 p.

Rojas-Rousse, D.; Grille, G. y Basso, C. 2009. A natural refuge for anobiidae species ("*Tricorynus* sp") in persistent pods of "*Acacia caven*" (Mol.) in Uruguay. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, ISSN 0213-6910, Vol. 35, N° 3, 2009 , págs. 423-428

Rosenmann, E. 1983. "Estudio de la Dinámica de la Vegetación en el sector costero de la IV Región". Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Forestal de Ciencias Agrarias, Forestales, U. de Chile, Santiago 1983.

Sharry, S.; Adema, M.; Basiglio M.; Villareal, B.; Nikoloff, N; Briones, V.; Abedini, W. 2010. Técnicas in vitro y ex vitro para la conservación y propagación de especies de interés medicinal de la flora Bonaerense. XIX° SILAE Congress "Fernando Cabieses Molina". Villasimius, Cagliari, Italy. 6-10 september 2010, pp.94.

SERRA, M. T. 1983. Guía de Apuntes Dialypetalas. Cátedra Dendrología. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago. 34 p.

SERRA, M. 1997. Chile: *Acacia caven*. En: FAO: Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie zonas áridas y semiáridas N°12. 159- 167 p.

Servicio Agrícola y Ganadero, 2005. Informe anual 2004. Subdepartamento de Vigilancia y Control de Plagas Forestales y Exóticas Invasoras. Ministerio de Agricultura de Chile. 116p. Disponible en línea: <http://biblioteca.sag.gob.cl/DataFiles/28-2.pdf>

Squella, F., Soto, G. 1993. Desarrollo de sistemas agroforestales en la zona de tendencia desértica y mediterránea árida y semiárida de Chile. Serie Documentos Técnicos N° 5. 83p.

Squella, F. 2011. Manejo del pastizal natural en espinales del territorio mediterráneo de la vi región. Capítulo 7. Curso de acreditación para operadores SIRSD 2011: Técnicas de conservación de suelos, agua y vegetación en territorios degradados. INIA. Stgo, Chile. 25 p.

Takayashiki, M.; Williams, E.; Schenk, J.; Alvarado, M.; Greau, M. 1998. Monografías de especies para la forestación en la zona semiárida de Chile. Proyecto cuencas CONAF- JICA "Control de erosión y forestación en cuencas hidrográficas de la zona semiárida de Chile". 49 p.

Valdebenito, G.; García, E.; Lucero, A.; Hormazábal, M.; Urquieta, E.; Delard, C.; González, M. 1999. Propuesta preliminar Paquetes tecnológicos de producción forestal y agroforestal para pequeños propietarios del secano. Proyecto FDI: Sistema de gestión forestal para la modernización de pequeños agricultores. Documento de trabajo III. Segunda reunión de trabajo. 6 p.

Vita, A. 1977. Introducción de especies forestales en la zona costera de la Región de Coquimbo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Boletín Técnico N° 48. 63 p.

Vita, A. 1989. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. CONAF/PNUD/FAO. Documento de Trabajo N° 21. 243p.

Vita, A.; Serra, M.T.; Grez, I.; Olivares, A.; González, M. 1995. Intervenciones Silviculturales en Espino (*Acacia caven*) en la Zona Árida de Chile. Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 10 (1-2): 55-62.

WAGEMANN, G. 1949. Maderas chilenas. Contribución a su anatomía e identificación.

Wrann, J. 1985. Metodología para el análisis de la regeneración natural en formaciones arbóreas nativas de la zona semiárida de Chile. Forestación en zonas áridas y semiáridas. Actas Segundo encuentro regional CIID. América Latina y El Caribe. Santiago, Chile. 13-17 de mayo de 1985. Pp. 189-221.

