

## RESUMEN

El Espinal es un sistema vegetacional nativo cuya principal especie arbórea es *Acacia caven* (Espino) y es un sistema agroforestal relevante para el desarrollo de la zona Central de Chile. Respecto al espino, es una especie leguminosa que cumple importantes funciones económicas, sociales y ambientales, siendo las más características el mantener y mejorar el recurso suelo, generar mejores condiciones locales para el desarrollo de la pradera y la mantención y producción de animales domésticos. Además, tiene la posibilidad de generar productos dendroenergéticos como leña y carbón, aportando a la producción predial y mejorando la calidad de vida del habitante rural.

Sin embargo y a pesar de su importancia, este recurso se encuentra altamente degradado, ya que en el pasado y en la actualidad es sometido a una fuerte presión antrópica, esencialmente para convertir este sistema a la actividad agrícola y ganadera, y para la extracción no sustentable de biomasa para la producción de leña y carbón.

Este documento tiene como objetivo describir y analizar el estado actual de la investigación en torno al Espinal, la cual se ha basado principalmente en determinar los efectos del espino en el desarrollo productivo de la pradera, la respuesta del espino al manejo, y las ventajas de la especie para ser usada en sistemas silvopastorales.

Al analizar esta información, se puede concluir que el uso de los Espinales en sistemas silvopastorales presenta muchas ventajas y que puede ser uno de los ejes principales para el desarrollo del territorio rural de la zona central de Chile, pero se requiere avanzar en generar más investigación y desarrollo bajo una perspectiva sistémica y de largo plazo, que contemple y analice las interrelaciones entre sus componentes principales, esto es árbol, pradera y animales, y las formas de dar sustentabilidad a este sistema.

**Palabras clave:** Espino, Sistemas Agroforestales, Zonas Semiáridas

## SUMMARY

Espinal is a native vegetation system whose main tree species is *Acacia caven* (Espino), and it is an agroforestry system relevant for the development of the Central zone of Chile. Regarding Espino, is a legume species that fulfills important economic, social and environmental functions, the most characteristic being the maintenance and improvement of the soil resource, generating better local conditions for the development of the meadow and maintenance, and production of domestic animals. In addition, it has the possibility of generating wood-energy products such as firewood and charcoal, contributing to property production and improving the

quality of life of rural inhabitants.

However, despite its importance, this resource is highly degraded, since in the past and today it is subjected to strong anthropic pressure, essentially to convert this system to agricultural and livestock activity, and for unsustainable extraction of biomass for the production of firewood and charcoal.

This document aims to describe and analyze the current state of research on Espinal, which has been based mainly on determining the effects of Espino on the productive development of the pasture, the response of the species to management, and the advantages of the species to be used in silvopastoral systems.

When analyzing this information, it can be concluded that the use of Espinales in silvopastoral systems has many advantages and that it could be one of the main axes for the development of the rural territory of central Chile, but it is necessary to advance in generating more research and development from a systemic and long-term perspective, which contemplates and analyzes the interrelationships between its main components, that is, trees, grasslands and animals, and the ways to give sustainability to this system.

**Keywords:** Espino, Agroforestry Systems, Semiarid Zones.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales como técnicas de uso del suelo, han surgido como interesantes opciones productivas para distintas zonas geográficas del mundo, siendo uno de los modelos más utilizados, los sistemas silvopastorales. En este marco se pueden individualizar las dehesas españolas y el montado portugués, las sabanas en África y los espinales o sabanas mediterráneas presentes en Sudamérica.

Los Espinales, son formaciones vegetacionales con una componente arbórea conformada principalmente por la especie *Acacia caven*, la cual es considerada una especie multipropósito, debido a los variados beneficios productivos y ecológicos que es capaz de proveer, relacionados con la generación de productos madereros como leña y carbón, fijación de nitrógeno atmosférico al ser una especie leguminosa, incorporación de materia orgánica, aportando al sistema de ciclaje de nutrientes y actuando sobre las propiedades del suelo.

Este recurso ha tenido una fuerte intervención antrópica que lo ha degradado, y que se ha traducido en una pérdida de valor económico del recurso suelo y vegetal, además de un desaprovechamiento de las ventajas del componente forestal en la actividad silvoagropecuaria de Chile central, lo que se traduce en una disminución creciente del potencial económico predial.

Desde el punto de vista pastoral, el espino tiene gran importancia, ya que mejora la diversidad, el desarrollo y productividad de la pradera que crece bajo el área de influencia de la copa, modera las temperaturas mínimas y máximas, aumenta la humedad relativa del aire bajo su área de influencia, y con ello disminuye la evaporación en función del aumento de la sombra. Además, brinda protección al ganado contra los efectos del sol y de las heladas, reduciendo el consumo de agua y aumentando la sobrevivencia y los rendimientos del ganado doméstico (FAO, 1997).

En este sentido, la mayoría de los estudios y análisis desarrollados en torno al manejo y

uso del Espinal se han centrado en determinar el impacto positivo de la componente arbórea sobre la calidad y cantidad de la biomasa de la pradera, pero centrando sus objetivos en determinar la productividad de la pradera y no del componente arbóreo.

El Espinal bajo el uso actual, esto es uso combinado de árboles y pradera, es un sistema agroforestal, sin embargo, los análisis en torno a este recurso no han tenido esta visión sistémica, es decir analizar todas las componentes que están presentes en el sistema y que también permita entender las interrelaciones entre ellos y la manera de gestionarlos de manera sustentable.

En este marco, el presente trabajo tiene como objetivo, describir y analizar el estado actual de la investigación en torno al Espinal, además de entregar antecedentes que demuestran su importancia desde el ámbito productivo, social y ambiental para la zona central de Chile y como sistema silvopastoral, y dilucidar líneas de investigación aún no abordadas o insuficientemente abordadas por la comunidad científica que permitan el desarrollo económico, social y ambiental de este recurso.

## SISTEMA SILVOPASTORAL CON ESPINO EN CHILE

### Antecedentes Generales

La estepa de *Acacia caven* está presente en la zona central de Chile abarcando una superficie aproximada de 957 mil hectáreas<sup>8</sup>. Es una formación vegetacional nativa cuya principal especie leñosa es *Acacia caven* (Mol.) Mol, que es la única del género *Acacia* que crece naturalmente en Chile (Cabello y Donoso, 2006).

Se la clasifica dentro del Tipo Forestal Esclerófilo, Sub Tipo Espinal y se extiende desde la región de Coquimbo por el norte hasta la región del Bio Bio por el sur (Figura N° 1).

A lo largo de su distribución, el Espinal puede presentarse en formaciones puras de espino o asociado a otras especies arbóreas, como quillay (*Quillaja saponaria*), litre (*Lithraea caustica*), maitén (*Maytenus boaria*), huingán (*Schinus polygamus*), entre otras (Rodríguez *et al.*, 1983; Cabello y Donoso, 2006).

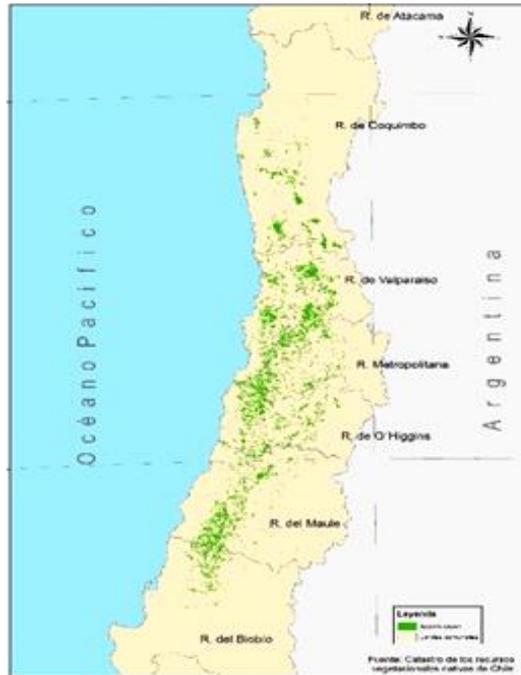
El Espinal es una formación vegetal compleja, con un estrato leñoso de coberturas de copas y alturas variables y con un estrato herbáceo dominado esencialmente por especies anuales (Ovalle y Squella, 1988; Ovalle *et al.*, 2015).

La composición y estructura actual del Espinal, al igual que muchas de las sabanas en el mundo, son resultado directo de la intervención humana que ha transformado la mayor parte de esta formación vegetacional en áreas de cultivo y ganadería (Donoso, 1982; Sotomayor y Soto, 2011; Ovalle *et al.*, 2015).

Así, el Espinal resultante es más abierto, con árboles de poco desarrollo y principalmente de origen vegetativo. De acuerdo a Olivares (2006), esta degradación en el tiempo se debe a que el uso de la tierra se realiza bajo esquemas de monocultivos, sin preocuparse de la presencia de otros recursos y de las posibles interrelaciones positivas que se pueden generar entre ellos.

---

<sup>8</sup> Superficie estimada por INFOR en base a información actualizada del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile 2015, administrada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).



**Figura N° 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE ESTEPA DE *Acacia caven* EN CHILE<sup>9</sup>**

En sitios donde no se ha alterado mayormente la vegetación, los espinales son más densos, con árboles o arbustos de hasta 6 m de altura, aunque a veces pueden alcanzar alturas de 10 m, dependiendo de las condiciones de clima y suelo en que habitan, con copas que alcanzan 5 a 6 m de diámetro (Donoso, 1982; Cabello y Donoso, 2006) y coberturas que pueden variar entre 60 y 90%.

La disminución de los espinales se debe a prácticas de eliminación y quema, además de la corta para la producción de leña y carbón. Estas prácticas se han hecho aún más agudas en la actualidad, en particular en el valle central de las regiones de Valparaíso y de O'Higgins, debido en gran medida al desarrollo de viñas y olivares (INFOR, 2012; Ovalle *et al.*, 2015), situación que se ha extendido también a la zona del secano interior de la región del Maule, principalmente con el establecimiento de viñas con riego tecnificado.

En relación a sus requerimientos agroecológicos, *Acacia caven* se adapta bien en suelos erosionados, aunque su crecimiento es lento y no alcanza grandes tamaños. Crece bajo clima del

<sup>9</sup> Plano elaborado por Instituto Forestal (INFOR), Línea de Investigación "Inventario Forestal Continuo" Sede Bio Bio, en base a la información actualizada del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile 2015, administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

tipo mediterráneo, caracterizado por la concentración de lluvias en invierno, con precipitaciones que varían de 28 a 1.338 mm anuales, con veranos secos y temperaturas extremas moderadas.

Crece también en suelos profundos, con bajo contenido de materia orgánica, de textura franco arenosa, y tanto en condiciones de anegamiento invernal como bien drenados. Su mejor crecimiento lo obtiene en suelos planos de origen aluvial, con profundidad media a profunda. (FAO, 1997; INFOR, 2012).

*Acacia caven* es considerada como una especie de uso múltiple. Por un lado, además de proveer biomasa, forraje y productos comestibles complementarios para animales, provenientes de la producción de harinas de sus frutos, también es posible generar productos destinados a uso humano, como café de semillas tostadas, usos cosméticos y productos medicinales, (Cabello y Donoso, 2006; Palomeque, 2009; INFOR, 2012).

Además de un uso ornamental, también genera otros servicios ambientales, como la fijación de nitrógeno atmosférico, regula las condiciones microclimáticas y favorece la vegetación que crece bajo su influencia; incrementa la materia orgánica en el suelo; mejora la retención del agua del suelo, aumentando su permanencia y disponibilidad; aporta al ciclo de los nutrientes; y evita o disminuye la erosión del suelo (FAO, 1997; Olivares, 2006; Palomeque, 2009; INFOR, 2012; Ovalle *et al.*, 2015).

## **Efecto de la Componente Arbórea sobre las otras Componentes de un Sistema Silvopastoral con Espino**

### **- Efecto sobre la Componente Herbácea**

Los efectos de los árboles sobre la pradera dependerán de varios factores y de cómo estos se interrelacionan. Se conoce que la componente arbórea de los espinales mejora la diversidad, el desarrollo, la calidad y la productividad de la pradera herbácea que crece bajo el área de influencia de la copa (FAO, 1997; Fernández *et al.*, 2002; Pérego, 2002, Cabello y Donoso, 2006; Ovalle *et al.*, 2015).

Algunos autores señalan que existe una relación positiva entre la producción de materia seca (MS) y la cobertura arbórea, y que además esta cobertura influye en la composición botánica de la pradera (Ovalle y Avendaño, 1984; Fernández *et al.*, 2002; Olivares, 2006). Fernández *et al.* (2004) señalan que en sectores planos con espinos manejados la productividad de forraje alcanza valores de entre 2,5 y 4,5 tMS/ha/año, dependiendo de la densidad de los espinos. La mayor producción se obtiene con cobertura arbórea alta, sobre un 80%.

También se ha determinado que la composición botánica de la pradera cambia por efecto de la cobertura arbórea, incrementándose la presencia de gramíneas forrajeras, en detrimento de las especies leguminosas presentes en la pradera, aumentando con ello la calidad forrajera de esta (Ovalle y Avendaño, 1984; Ovalle, 1986).

También la cobertura arbórea del espinal tiene efecto en el ciclo de crecimiento y de desarrollo de la pradera. Olivares (2006) determinó diferencias significativas en la senescencia total de la pradera que crece bajo diferentes niveles de cobertura, siendo más tardía cuando crece con cobertura. Este hecho es de gran importancia ya que influye en la calidad y disponibilidad de forraje para los animales, debido probablemente a que la humedad en el suelo, bajo la proyección de la copa, está disponible para la pradera por más tiempo.

El efecto de la sombra de los árboles sobre la pradera a lo largo del día fue estudiado por

Ramírez (2011), quien analizó la composición botánica y la materia seca de la pradera según el sombreado parcial de tres tipos de espinos: a) Espinos grandes de alturas de 3,7 a 4,2 m y radios de copa de entre 3,5 y 5,0 m; b) Espinos de tamaño mediano, con alturas de entre 2,6 y 3,0 m y radios de copa entre 2,5 y 3,5 m; y c) Espinos de tamaño pequeño, con alturas de entre 1,6 y 2,0 m y radios de copa entre 1,6 y 2,5 m. Para ello y utilizando una maqueta a escala, determinó manualmente la acumulación de sombra proyectada del espino durante el día y la correlacionó con la composición botánica y materia seca de la pradera. Concluyó que existen diferencias en la productividad de la pradera entre tipos de espinos. Bajo condiciones de sombra la materia seca aumenta en un 13% en espinos pequeños y 29% en espinos medianos y grandes. No encontró, según tipo de espino, diferencias en la composición botánica de la pradera.

La fenología del espino juega un rol determinante en la competencia potencial por los recursos ambientales entre el árbol y la pradera. Su copa no es muy densa y es de hoja caduca, generando un mayor aporte de materia orgánica al sistema y una menor competencia por la luz solar, más aún cuando la foliación del espino está desfasada del período de mayor desarrollo de la pradera y está presente en la temporada de mayor calor (Ovalle y Squella, 1988), otorgando al sistema una diversidad temporal entre sus componentes y sus requerimientos por los recursos, lo que mejora el rendimiento del sistema (Ong y Leakey, 1999; Jose *et al.*, 2019).

Esta diversidad estructural y funcional en las componentes de un sistema silvopastoral permite mejorar la eficiencia del uso de los recursos y de la productividad del sistema, favoreciendo las interacciones positivas y minimizando las negativas (Jose *et al.*, 2019).

Por lo anterior, la gestión o manejo del Espinal bajo estos sistemas es menos compleja que la de sistemas silvopastorales asociados a otras especies de copas densas y de hojas perennes (Jose, 2011), ya que en estas últimas situaciones el manejo de los árboles a través de la poda y raleo con el fin de generar una mejor disponibilidad de luz para la pradera, es mucho más intensivo y relevante, producto de que la competencia por este recurso ocurre durante todo el período de crecimiento de la pradera (Daniel *et al.*, 1982; Jose *et al.*, 2004; Jose, 2011; Jose *et al.*, 2019).

#### - Efecto sobre la Componente Animal

El espino brinda protección al ganado contra los efectos del sol y de las heladas en zonas más húmedas y/o frías, influyendo positivamente en el ahorro de energía de los animales aumentando la sobrevivencia y los rendimientos de la masa ganadera del sistema (FAO, 1997; Pérego, 2002; Cabello y Donoso, 2006; Olivares, 2006), también genera ahorro significativo de agua de bebida, elemento que en la mayoría de los terrenos de pastoreo es escaso (Cabello y Donoso, 2006; Olivares, 2006).

Es necesario considerar que la carga elevada de animales o sobretalaje, puede tener un efecto sobre la pradera, ya que puede modificar su composición y con ello su calidad (Ovalle, 1986), por lo tanto, el manejo eficiente de la componente animal dentro del sistema es clave para su sustentabilidad, por lo que se debe utilizar una carga animal que permita, por un lado buen desarrollo de la masa ganadera y por otro mantener la producción y perdurabilidad de la pradera en el tiempo (Fernández *et al.*, 2002).

Otro aspecto relevante a considerar en la interrelación árbol-animal, es un hecho que *A. caven* es un árbol que puede ser utilizado como especie forrajera complementaria. Sus flores, hojas verdes, frutos maduros y semillas son fuente de alimentación para el ganado, constituyéndose en una fuente de reserva de forraje en años secos, cuando la pradera es estéril y está en su más bajo nivel nutritivo. Se han determinado niveles de 23,9% de proteína en hojas

verdes, clasificándola como una especie de palatabilidad media (FAO, 1997; Cabello y Donoso, 2006; Olivares, 2006; INFOR, 2012).

## SILVICULTURA Y MANEJO DE ESPINO

Diversos autores han investigado la respuesta de los espinos a diferentes intervenciones silviculturales, tales como su propagación y establecimiento artificial, sistemas de plantación y manejo de formaciones naturales (INFOR, 2012).

En un estudio realizado en la región Metropolitana, en la década de los 60, se compararon distintos métodos para la regeneración artificial de los espinales. Se determinó que el método de forestación o reforestación por siembra directa, previo tratamiento pregerminativo de las semillas, presenta ventajas en cuanto a supervivencia y crecimiento en relación a otros métodos como plantación a raíz desnuda y en maceta (Navarro, 1995).

El tratamiento pregerminativo de la semilla frecuentemente consiste en sumergir la semilla en agua a temperaturas entre 60 y 100°C por algunos minutos y dejar enfriar para que la semilla se embeba de agua y se active la germinación una vez sembrada. Otro tratamiento es la escarificación ácida, el cual consiste en sumergir la semilla en ácido sulfúrico por unos 120 minutos, lo cual permite que la semilla solo germine en condiciones favorables de humedad, asegurando un buen prendimiento y sobrevivencia posterior (FAO, 1997; INFOR, 2012).

Estudios de plantación realizados en la década del 70 en la región de Coquimbo indican que a pesar que se obtuvieron buenos prendimientos, el crecimiento posterior de las plantaciones fue bajo, con valores que no superaron en promedio 1 cm/año y en muchos de ellos el crecimiento fue nulo (Vita, 1977). Francke (1999) señala como experiencia exitosa la plantación con espino en las regiones de Coquimbo y Metropolitana para fines de uso múltiple, aunque no indica el parámetro utilizado para catalogarlas de exitosas. Especifica que las técnicas utilizadas fueron de silvicultura intensiva, incorporando buena preparación de suelo, casillas de plantación, incorporación de sustrato mejorado y plantación con tres plantas por casilla.

Estudios de poda y raleo asociado a *A. caven* indican mejora sustancial del recurso, permitiendo regularizar y rejuvenecer la estructura aérea, mejorar la sanidad y favorecer el crecimiento juvenil y la producción del espinal (Díaz, 2004; Donoso *et al.*, 2009).

## USOS PRODUCTIVOS DE ESPINO

Es conocido que los principales productos madereros del espino son leña y carbón, aunque este uso no está exento de algunas complicaciones, ya que se ha indicado que puede deteriorar paulatinamente el recurso. Es apreciado su uso como carbón por corresponder a un combustible renovable, liviano, fácil de manipular, con valores caloríficos comparables con el carbón mineral (Pacheco, 2005), y con un rendimiento de producción de 20,3% (FAO, 1997), que quiere decir que por cada 10 kg de leña se obtienen 2,03 kg de carbón. A pesar de lo anterior, el proceso de producción tradicionalmente utilizado (hornos de barro) influye negativamente en la calidad del producto obtenido, debido a la baja temperatura que presentan durante el proceso de carbonización, que no supera los 320°C (Pacheco, 2005), siendo el ideal alcanzar temperaturas mayores a 500°C para obtener una mayor proporción de carbón fijo en relación a los materiales volátiles (FAO, 1983).

Otro uso del espino es para la recuperación y conservación de suelos, gracias a su profundo sistema radicular (FAO, 1997); y la utilización de sus frutos, semillas y vainas para la producción de harinas, así como también para usos cosméticos, ornamentales y medicinales (INFOR, 2012).

## CONCLUSIONES

La información entregada permite tener una mejor comprensión sobre las interrelaciones de las diferentes componentes de un sistema silvopastoral con *Acacia caven*, entendiendo un sistema silvopastoral como el manejo deliberado del recurso arbóreo, prático y pecuario bajo este esquema, que considere las sinergias que se producen entre sus componentes y aplicando los manejos adecuados que permitan potenciar o generar estas sinergias y le den sustentabilidad al sistema, y no solo aquella práctica habitual en zonas rurales de permitir el ingreso de animales al bosque para consumir la pradera natural que ahí se desarrolle.

Otra característica muy relevante de un sistema silvopastoral con *Acacia caven* (espino), es la diversidad estructural y funcional entre las componentes de este sistema, favoreciendo las interacciones positivas y minimizando las negativas, y esto tiene que ver fundamentalmente con la calidad de especie leguminosa, de hoja caduca y con fenología del espino, ya que la aparición de sus hojas está desfasada del desarrollo de la pradera, siendo esta aparición más tardía que la etapa inicial de crecimiento de la pradera, sus hojas estén presentes en la época de mayor calor, generando para la pradera condiciones de mayor humedad y disminución de la evapotranspiración herbácea, lo que aumenta su periodo de senescencia en comparación con la pradera sin la protección del espino.

## REFERENCIAS

**Cabello, A. y Donoso, C., 2006.** *Acacia caven* (Mol.) Mol. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Editor Claudio Donoso Z. Valdivia. Chile. pp. 126-134.

**Daniel, T.; Helms, J. y Backer, F., 1982.** Principios de Silvicultura. Editorial McGraw-Hill. 492p.

**Díaz, K., 2004.** Evaluación del rendimiento volumétrico al aplicar un raleo en un espinal de San Pedro, Región Metropolitana. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Santiago. Chile. 53p.

**Donoso, C., 1982.** Reseña Ecológica de los Bosques Mediterráneos de Chile. Bosque 4 (2): 117-146.

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

**FAO, 1983.** Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Estudio FAO: Montes 41. 197p.

**FAO, 1997.** *Acacia caven*. Especies Arbóreas y Arbustivas para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N°12. Programa Conjunto FAO/PNUMA de Control de la Desertificación en América Latina y el Caribe. Santiago. Chile. pp. 157-167.

**Fernández, F.; Squella, F. y Ovalle, C., 2002.** Sistemas Agroforestales: Una alternativa de uso mixto de un mismo sitio con actividades silvoagropecuarias. Curso Internacional Manejo de microcuencas y prácticas conservacionistas de suelo y agua. Serie de Actas INIA N°22 Capítulo 6. pp. 95-118. Chillán. Chile.

**Fernández, F.; Lavín, A.; Sotomayor, J.; González, M. y Tay, J., 2004.** Potencialidades de la Agricultura y Ganadería en el Secano Interior. En Sistemas Productivos Sustentables en el Secano Interior. Boletín INIA N°125

(pp. 27-50). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán. Chile.

**Francke, S., 1999.** Manejo del suelo posible para el desarrollo forestal del semiárido chileno. Chile Forestal. Documento Técnico N° 127.

**INFOR, 2012.** Monografía del espino. *Acacia caven* (Mol.) Mol. Programa de Investigación de Productos Forestales No Madereros. Benedetti S. (ed.). Santiago. Chile. 71p.

**Jose, S., 2011.** Managing native y non-native plants in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 83:101-105.

**Jose, S.; Gillespie, A. and Pallardy, S., 2004.** Interspecific interactions in temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 61: Issue 1-3. 237–255.

**Jose, S.; Walter, D. and Kumar, B., 2019.** Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. *Agroforestry Systems* 93: 317–331. doi:10.1007/s10457-016-0065-2.

**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 a título profesional de Ingeniero Forestal. Departamento de Silvicultura. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 89p.

**Olivares, A., 2006.** Relaciones entre el estrato arbóreo, el estrato herbáceo y la conducta animal en el matorral de *Acacia caven* (espinal). *Science et changements planétaires/Sécheresse*. 17(1-2): 333-334.

**Ong, C. and Leakey, R., 1999.** Why tree-crop interactions in agroforestry appear at odds with tree-grass interactions in tropical savannahs. *Agroforestry Systems* 45(1–3): 109–129.

**Ovalle, C., 1986.** Etude du système écologique sylvo-pastoral à *Acacia caven* (Mol.) Hook. et Arn: applications à la gestion des ressources renouvelables dans l'aire climatique méditerranéenne humide et sub-humide du Chile. INIA (Chile). Sub-Estación Experimental de Cauquenes. Centre Emberger (Francia) Groupe d'Ecologie des Ressources Renouvelables. Montpellier. France. 224p.

**Ovalle, C. y Avendaño, J., 1984.** Utilización Silvopastoral del Espinal. I. Influencia del espino (*Acacia caven* mol.) sobre la Productividad de la Pradera Natural. *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (4): 339-345.

**Ovalle, C. y Squella, F., 1988.** Terrenos de pastoreo con praderas anuales en el área de influencia climática mediterránea. Capítulo 20 en *Praderas para Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago. Chile. Editor Ruiz, I. pp. 369-409

**Ovalle, C.; Casado, M.; Acosta-Gallo, B.; Castro, I.; Del Pozo, A.; Barahona, V.; Sánchez-Jardón, L.; De Miguel, J.; Aravena, T. y Martín-Forés, I., 2015.** El Espinal de la Región Mediterránea de Chile. Colección de Libros INIA N°34. Centro Regional de Investigación La Cruz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile.

**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 a título profesional de Ingeniero Forestal. Departamento de Ingeniería de la Madera. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 59p.

**Palomeque, E., 2009.** Sistemas Agroforestales. Chiapas México. 29p.

**Pérego, J., 2002.** Sistemas Silvopastoriles en el Centro Sur de la Provincia de Corrientes. Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur Zona Campos. Memorias I.N.T.A. E.E. A. Mercedes. XIX-2002. Corrientes. Argentina. 7p.

**Ramírez, R., 2011.** Efecto de la sombra de *Acacia caven* (Mol.) Mol. en la pradera anual de clima mediterráneo. Memoria de Título. Escuela de Pregrado. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 33p.

**Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M., 1983.** Flora Arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de

Concepción. Universidad de Concepción. 408p.

**Sotomayor, A. y Soto, H., 2011.** Productividad Herbácea en Estepa de Espinales (*Acacia caven* Mol.) Bajo Manejo Silvopastoral. Actas III Seminario Investigación y Desarrollo Forestal en la Pequeña Propiedad. Avances de la Agroforestería en Chile. 26, 27 y 28 de octubre. Concepción. Chile. Editores Sotomayor, A.; Casanova, K. y Valenzuela, C. Concepción. Chile. pp. 109-116.

**Vita, A., 1977.** Introducción de Especies Forestales en la Zona Costera de la Región de Coquimbo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Santiago. Chile. 63p.