



# MANEJO SILVOPASTORIL DEL ESPINAL PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y FRUTOS



Fondo de  
**Investigación**  
del Bosque Nativo

# MANEJO SILVOPASTORIL DEL ESPINAL PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y FRUTOS



## ***Autores:***

Luis Piña Moraga  
Alfredo Olivares Espinoza

## ***Colaboradores:***

Valentina Armijo Cerda

*Santiago de Chile, 2016*

# Presentación

---

Esta publicación surge en el marco del proyecto “Sistema de manejo silvopastoril del espinal para producción de forraje y frutos”, financiado por el Tercer Concurso del Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF.

**ISBN: 978-956- 362-829- 9**

**Registro Propiedad Intelectual: N° 269.418**

**Autores:**

Luis Piña Moraga  
Alfredo Olivares Espinoza

**Colaboración:**

Valentina Armijo Cerda

**Fotografías:**

Alfredo Olivares Espinoza  
Luis Piña Moraga  
Daniela Gómez García  
Micaela Reyes Potín

**Diseño e impresión:**

Imprenta América

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en el presente documento, siempre y cuando se cite la fuente y el autor.

*Santiago, 2016.*

Los recursos forestales y vegetacionales nativos presentes en todo el territorio nacional, representan un importante activo para Chile, tanto por la gran diversidad que albergan, como por los bienes y servicios que ellos producen. En este contexto, la implementación de la ley 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, promulgada en el año 2008, contribuye al desarrollo sustentable a partir de los recursos forestales nativos.

Uno de los pilares fundamentales para alcanzar el manejo forestal sustentable de los recursos naturales, es disponer de información y conocimientos nuevos que apoyen todos los procesos de toma de decisiones que involucran su uso. Para ello, la normativa actual dispuso de la existencia de un fondo destinado a financiar la investigación del bosque nativo, cuya finalidad es promover e incrementar los conocimientos en materias vinculadas con los ecosistemas forestales nativos, su ordenación, preservación, protección, aumento y recuperación.

Es así como los recursos proveídos por este fondo, desde el año 2010 han financiado proyectos en las más diversas líneas temáticas, abarcando temas transversales a los recursos vegetacionales, productos y la sociedad.

El proyecto financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo en su III Concurso, que se denominó “Sistema de manejo silvopastoril del espinal para producción de forraje y frutos” se planteó el estudio del manejo silvopastoril en tres áreas: manejo silvícola para producción de hojas y frutos, alimentación animal y respuesta productiva a la suplementación y el análisis técnico-económico de dicho manejo.

En ese sentido la propuesta de investigación desarrollada por los investigadores y docentes de la U. de Chile Srs. Alfredo Olivares y Luis Piña, aportará en el conocimiento para el mejor uso de los bosques mediterráneos, en este caso de los espinales, considerados en alguna medida como una fase regresiva de bosques de mayor complejidad y biodiversidad, características que se han perdido por algunas causas como malas prácticas de intervención silvícola y el sobrepastoreo que se ejerce en esos territorios.

La Corporación Nacional Forestal, espera que los resultados de este proyecto, reflejados en esta publicación, aporten significativamente al manejo sustentable y sean efectivamente valorizados por los usuarios como un real aporte al uso y manejo de los recursos forestales nativos.

**Fondo de Investigación del Bosque Nativo  
Corporación Nacional Forestal**

# Índice

	Página
1. Introducción	6
2. Antecedentes generales del espino	8
3. Manejo del espinal para su uso en sistemas silvopastoriles	15
3.1 Manejo de los árboles	15
3.1.1 Arquitectura de los árboles	15
3.1.2 Densidad poblacional del espinal	17
3.1.3 Podas y sus efectos sobre la producción de forraje y frutos del espino	20
3.2 Interacción entre la pradera, el espinal y los animales	27
4. Uso de frutos en alimentación animal	30
4.1 Antecedentes generales	30
4.2 Momento de cosecha de los frutos	31
4.3 Valor nutritivo de los frutos de espino y su efecto sobre la preferencia de los animales	33
4.4 Forma de presentación de los frutos y preferencia	36
4.5 Experiencias en el marco del proyecto: Suplementación en períodos críticos	37
5. Análisis técnico – económico de la propuesta de manejo silvopastoril del espinal enfocada en la producción de recursos forestales no madereros	41
5.1 Desarrollo del ejemplo de plan de manejo	41
5.2 Comentarios y análisis de los resultados obtenidos	44
6. Conclusiones	46
7. Referencias	47



# Introducción

Históricamente, se ha puesto mayor interés en eliminar los elementos del ecosistema natural con el propósito de establecer cultivos, aparentemente rentables, sin considerar sus funciones ecológicas y la diversidad de usos que puede ofrecer.

El manejo productivo del recurso natural no siempre pone de manifiesto la necesidad de lograr, tanto el mantenimiento estable de la producción a mediano y largo plazo, como su conservación. El manejo de éste, debe orientarse en función de su dinámica; por esta razón, previo a cualquier intervención, es indispensable tener claro los conocimientos básicos de su funcionamiento, lo que hará posible plantear los fundamentos del cambio y para ello será fundamental describir, con la mayor exactitud la formación que se desea transformar y su estado actual, para así plantear alternativas que permitan lograr el estado de mayor conveniencia y sustentabilidad.

En nuestro continente la actividad agroforestal se practicaba desde tiempos históricos, sin embargo, esta práctica se fue perdiendo en la medida que se adoptaron modelos de producción altamente tecnificados y de mayor rentabilidad, dejando así de lado las alternativas de establecer sistemas integrados de producción que incluyeran el uso múltiple y la diversificación de la producción. De esta manera, el abandono de prácticas de conservación y de manejo sustentable del sistema productivo, frecuentemente pudo desencadenar procesos de deterioro irreversibles.

La utilización de los bosques y matorrales con propósitos múltiples aún no ha sido suficientemente considerado, y en muchos casos, se desconoce la posibilidad de manejar un ecosistema con el fin de obtener simultáneamente productos silvícola y ganaderos, e incluso, durante un largo periodo de tiempo se ha puesto más interés en eliminar el estrato arbóreo al pensar, equivocadamente, que con ello se favorece el desarrollo de la pradera, ignorando la función ecológica y la diversidad de usos que presenta un sistema integrado.

El uso silvopastoril puede presentar connotaciones según el enfoque o situación donde se desarrolle la actividad. Así, hay autores que expresan “el cultivo silvopastoral tiene por objetivo hacer producir a los pastizales o prados arbolados, pasto como función principal y madera y leña como producción accesoria o secundaria”. Otros autores en cambio, describen el uso silvopastoril como “el uso consciente y deliberado del suelo para la producción concurrente de cosechas agrícolas y forestales, donde ambos están en íntima mezcla”. Hoy se puede describir el uso silvopastoril, como el manejo de praderas integrando árboles o arbustos al ciclo pecuario y al sistema agrosilvopastoril como un manejo de la vegetación arbórea y arbustiva integrado a los ciclos agrícolas y pecuarios.

Las interacciones que, en general, se presentan en un sistema silvopastoril se pueden resumir fundamentalmente en: mejoramiento del nivel de fertilidad del suelo, reciclaje de nutrientes, mejores niveles de humedad del suelo e infiltración del agua, menor evaporación y evapotranspiración de ésta, mayor eficiencia del uso del agua, protección a la erosión del suelo y al escurrimiento del agua, en especial en suelos con fuerte pendiente, y protección de los animales ante situaciones de temperaturas extremas.

El espinal responde al manejo y uso que se haga de él, su destrucción mediante el fuego, corte o sobretalaje, da origen a formaciones vegetales donde dominan arbustos pequeños como *Proustia pungens*, *Solanum tomatillo* o *Baccaris (sp)*; si se mantienen algunas o todas estas condiciones de manejo, se termina con un sistema degradado. La velocidad del proceso estará de acuerdo a la intensidad de la acción antrópica. En sectores no intervenidos, los individuos provenientes de semilla generalmente presentan estructura de árbol monofustal de más de 7 m, en sectores intervenidos, se desarrollan renovales con estructura de monte bajo. La experiencia indica que, si se aplican estrategias de manejo técnico, se puede obtener una formación con potencial silvopastoril de importancia económica.

# Antecedentes Generales del Espino

El espino es originario de las zonas áridas y semiáridas de América del Sur, se desarrolló en forma natural en el norte de Argentina y Bolivia, en el sur de Brasil, norte y centro de Chile, sur de Paraguay y Uruguay occidental. En Chile, se puede encontrar entre el río Copiapó (27° 21') y Concepción (36° 50' S), en zonas donde la pluviometría oscila entre 28 mm y 1.340 mm, desde un clima, descrito por Uribe et al. (2012), como Desierto Marginal con periodos secos de 12 meses, hasta un clima Templado Cálido con periodos secos de 2 meses a 6 meses.



La formación de espinal constituye una unidad ecológica bien definida dentro de la vegetación con clima mediterráneo de Chile, presenta características de rodal de baja densidad, con vástagos rectos y cortos que se regeneran mayoritariamente a partir del rebrote del tocón. Corresponde a una formación secundaria consecuencia del retroceso del bosque esclerófilo y de matorrales de diferente tipo.





Como resultado de la intervención antrópica, se ubica como especie dominante en la subregión de Matorrales y Bosque Espinoso, tanto por su composición botánica como por su estructura, y adquiere un significativo desarrollo especialmente en condiciones de suelos planos o de escasa pendiente y de profundidad media a profunda. Su estructura se ajusta a un orden de acuerdo a los estímulos de manejo, al ambiente y al tiempo o edad de la formación y corresponde a una comunidad estable con potencial silvoagropecuario que puede permanecer por un largo periodo de tiempo, o bien alcanzar diferentes grados de degradación como producto de una utilización inmediata y discontinua del sistema.

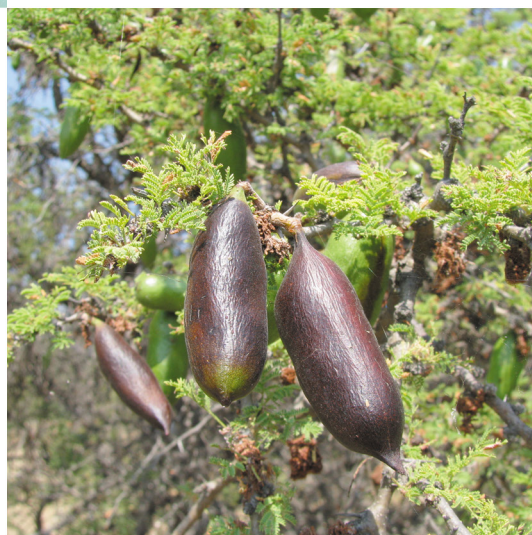


Normalmente los individuos que componen esta formación se presentan como árboles o arbustos espinosos de hasta 6 a 8 m de altura; hojas compuestas; flores hermafroditas en inflorescencias globosas; vainas subleñosas verdes que al madurar toman color marrón de 3 a 7 cm de largo.









Si se considera que el espinal representa una etapa final natural de equilibrio inferior al climax climático, es necesario aceptar que en el futuro no sólo se debe convivir con esta formación, sino que es indispensable introducirlo como factor importante en el manejo del sistema productivo, ya sea con *Acacia caven* como especie arbórea dominante o como matorral de diferente tipo, según el manejo a que haya sido sometido en el tiempo o a su etapa de desarrollo.

## Manejo del espinal para su uso en sistemas silvopastoriles

El manejo del espinal, enfocado en su utilización como componente de un sistema silvopastoril, difiere de manera importante a su manejo cuando éste es utilizado como recurso maderero para obtención de leña y carbón. A continuación, se describirán los principales aspectos que deben ser considerados al momento de definir el manejo de un espinal bajo un sistema silvopastoril, con énfasis en la utilización de los recursos forestales no madereros provistos por el espino. Los resultados y la información presentada en este documento, corresponden a las experiencias adquiridas en el marco del proyecto “Manejo silvopastoril del espinal para producción de forraje y frutos”, desarrollado durante los años 2012 – 2015 y financiado por el III Concurso del Fondo de Investigación del Bosque Nativo, de CONAF.

### 3.1 Manejo de los árboles

#### 3.1.1 Arquitectura de los árboles

Para efectos del presente manual, se entenderá por arquitectura al número de fustes o varetas que poseen los árboles. Cuando se pretende manejar un espinal destinado a establecer un sistema silvopastoril, la cantidad de fustes que posea un árbol puede afectar directamente sobre el área de influencia de éste sobre la pradera y sobre la facilidad de utilización del forraje producido bajo la copa.

Ahora bien, cuando se desea utilizar el forraje y frutos producidos por el espino, el número de fustes que posea el árbol jugará un papel fundamental. En el marco del proyecto, se identificaron tres tipos de árboles: espinos monofustales o de una sola vareta principal (Figura 1A), espinos de dos o tres fustes (Figura 1B) y espinos con más de 4 fustes (Figura 1C).

Al igual que en especies frutales, la cantidad de ramas y el tipo de ramas influirá sobre la producción de flores y frutos. El estudio realizado por Olivares y Ortíz (1991) concluyó que, en la medida en que se incrementa la cantidad de fustes del espino, aumenta la producción de frutos por individuo.



(A)

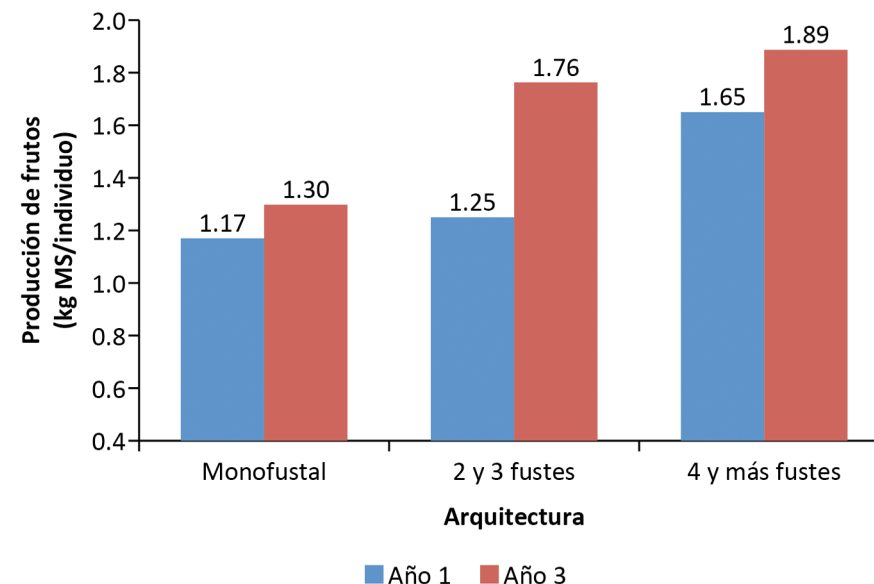
(B)



(C)

**Figura 1. Tipos de espinos utilizados en los ensayos de arquitectura: individuos monofustales (A), de dos a tres fustes (B) y de cuatro o más fustes (C).**

En el marco del proyecto, se evaluó la producción de frutos en dos temporadas (años 1 y 3). En ambas mediciones, se obtuvo que la producción de frutos, expresada en kg de materia seca por árbol, se incrementa en la medida en que aumenta el número de fustes del espino (Figura 2).



**Figura 2. Producción de frutos por árbol (kg de MS/espino) en relación a la arquitectura o número de fustes de los espinos.**

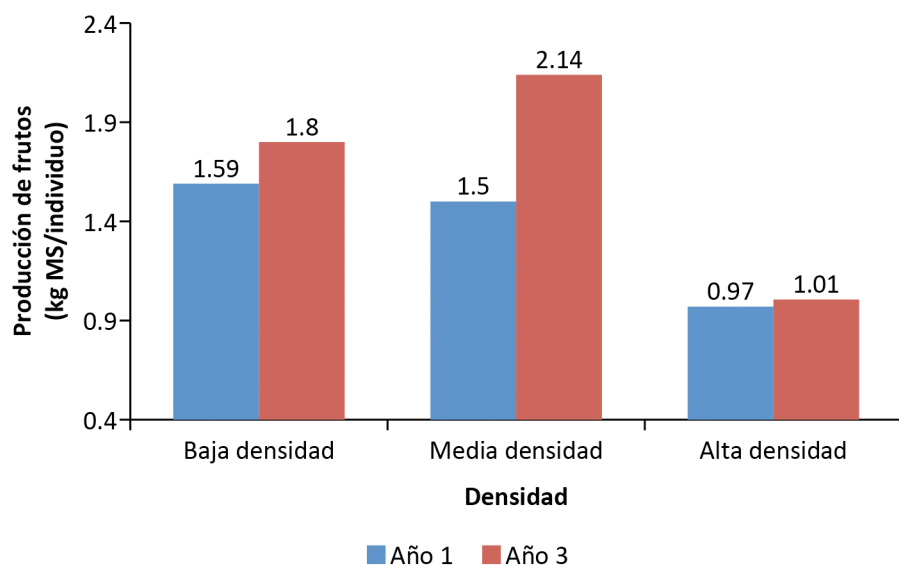
Se recomienda entonces, si el objetivo del espinal es producir frutos y forraje, manejar los árboles con tres o más fustes para maximizar dicha producción.

### 3.1.2 Densidad poblacional del espinal

La mayoría de las poblaciones de espinales presentes en el país, proviene de la resiembra natural y no de una plantación efectuada por el hombre. Por este motivo, la densidad poblacional o el número de espinos presentes en una hectárea, dependerá de esta resiembra y del manejo que el espinal ha recibido a través de los años. Si dicha población se encuentra en un predio que tiene animales rumiantes, la densidad de las nuevas plantas se puede controlar con diferentes épocas e intensidades de talajeo, en especial cuando recién emergen en otoño e invierno.

En el caso de poblaciones de espinos adultos, la alternativa para modificar la densidad poblacional es el raleo o eliminación estratégica de algunos individuos para alcanzar la densidad y distribución de espinos que se desee. El número de árboles que se deben mantener, dependerá de cuál sea el objetivo para el cual se está manejando el espinal, lo que será tratado más adelante.

Los ensayos realizados por los autores estuvieron enfocados en manejar tres densidades poblacionales: alta densidad (2.500 árboles/ha), media densidad (1.111 árboles/ha) y baja densidad (625 árboles/ha). En el primer año de mediciones, la producción de frutos fue mayor en espinos en baja densidad, mientras que en el tercer año de mediciones, fue mayor en el tratamiento de media densidad (Figura 3). Los resultados mostraron que, aparentemente, la cantidad de árboles presentes en la alta densidad genera algún tipo de competencia, ya sea por agua, luz o nutrientes, lo que iría en desmedro de la producción de frutos.



**Figura 3. Producción de frutos por árbol (kg de MS/espino) en relación a la densidad o número de árboles por hectárea. Alta densidad: 2.500 árb/ha; Media densidad: 1.111 árb/ha; Baja densidad: 625 árb/ha.**

Cuando se multiplica la producción por árbol por el número de espinos presentes en una hectárea, se observa que la mayor producción por unidad de superficie se obtiene en densidades poblacionales altas (Cuadro 1).

	Densidades del espinal		
	Baja densidad	Media densidad	Alta densidad
Número de árboles por hectárea	625	1.111	2.500
Producción de frutos por individuo (kg)	1,70	1,82	0,99
Producción estimada de frutos por hectárea (kg)	1.059	2.022	2.475

**Cuadro 1. Producción estimada de frutos por hectárea, en relación a las tres densidades estudiadas.**

En la práctica, con una densidad alta, sería muy difícil lograr cosechar en forma eficiente esa producción y además, se perdería la posibilidad de sacar otro tipo de productos al espinal, como por ejemplo poder utilizar su efecto benéfico en la producción de la pradera natural. Eso, preliminarmente, nos llevaría a pensar en densidades medias o bajas, con el objetivo de aprovechar las múltiples alternativas del espinal y de obtener una producción de frutos que sea manejable, desde el punto de vista de la cosecha y del acceso de los animales a la pradera.



### 3.1.3 Podas y sus efectos sobre la producción de forraje y frutos del espino

Los objetivos de la poda en un árbol de espino pueden ser diversos. En muchos casos, la eliminación de una parte de la copa del árbol cumple la función de renovación del material vegetal ya envejecido o afectado por hongos y enfermedades. En el espinal, el hongo *Ravenelia hieronymii* produce el daño conocido como “escoba de bruja”, lo que provoca muerte de hojas y ramas (Figura 4).



**Figura 4. Ejemplar de espino afectado por el hongo *Ravenelia hieronymii*, daño conocido como “escoba de bruja”.**

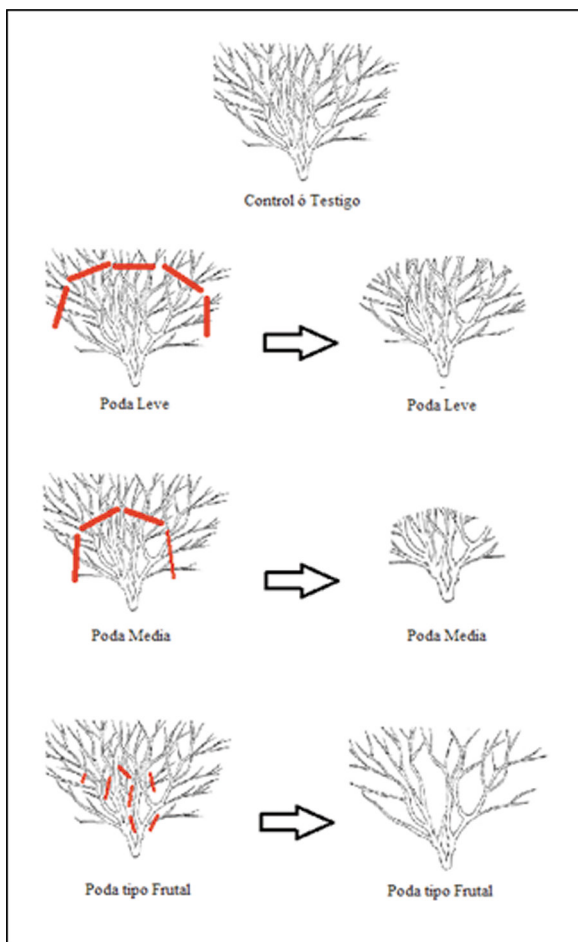
La información sobre manejos silviculturales en zonas áridas y semiáridas es escasa. En el caso del espino, un manejo tradicional efectuado por los productores de cabras en zonas áridas del país, es cortar las ramas de los espinos para dejarlas disponibles para el ramoneo de los animales. Este manejo, no obstante, puede provocar un lento rebrote y recuperación del árbol, producto de que se elimina gran parte del material fotosintético.

El crecimiento de los brotes se expresa especialmente entre la primera semana de octubre y comienzos de enero. La velocidad del rebrote depende de la intensidad de corte. En individuos sin intervención, el crecimiento de los brotes es significativamente inferior comparado con brotes producto de podas más intensas, las cuales tienden a producir una mayor cantidad de forraje.

En el marco del proyecto, se efectuaron podas de renovación y de carácter agrícola, buscando simular la respuesta obtenida por esta práctica en árboles frutales. Los tratamientos aplicados se pueden observar en la Figura 5. Las podas de diferente intensidad (leve y media) estaban enfocadas en la renovación de material vegetal y producción de forraje, mientras que la poda “tipo frutal”, buscaba incrementar la producción de frutos producto de una menor competencia por nutrientes y una mejor distribución de luz en la copa del árbol.

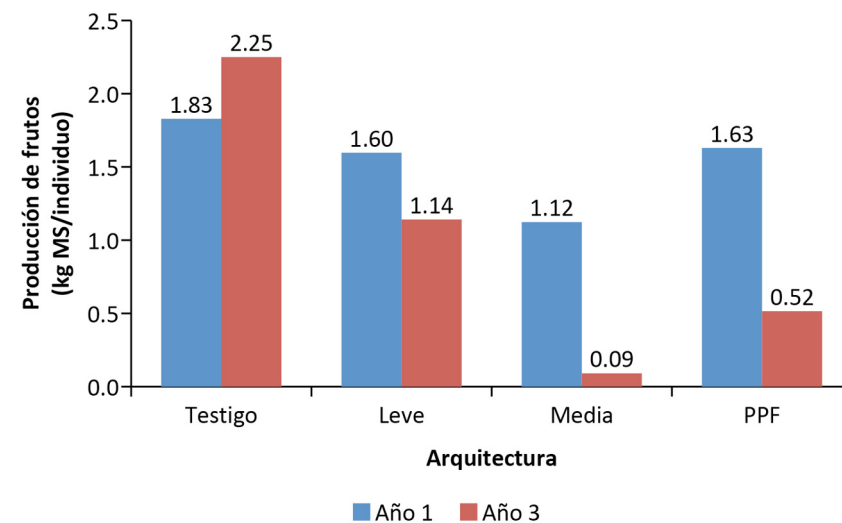






**Figura 5. Representación gráfica de los tipos de podas aplicados a los espinos.**

Los resultados obtenidos permiten deducir que, en la medida en que menos se intervenga el árbol, hay una mayor respuesta en la producción de frutos (Figura 6) y ésta disminuye considerablemente si se realiza una mayor eliminación del material vegetal del árbol (poda media). Esto se podría explicar porque los espinos producen frutos en madera vieja, no en madera de la temporada (Figura 7), y por tanto, al realizar una intervención como la poda se le está extrayendo dicho material provocando que no puedan producir frutos en la temporada.



**Figura 6. Efecto de los diferentes tipos de poda sobre la producción de frutos del espino.**

**PPF: poda de tipo frutal.**



**Figura 7. Los frutos de espino se producen en ramas de dos o más temporadas, por lo que las podas afectan considerablemente su producción.**

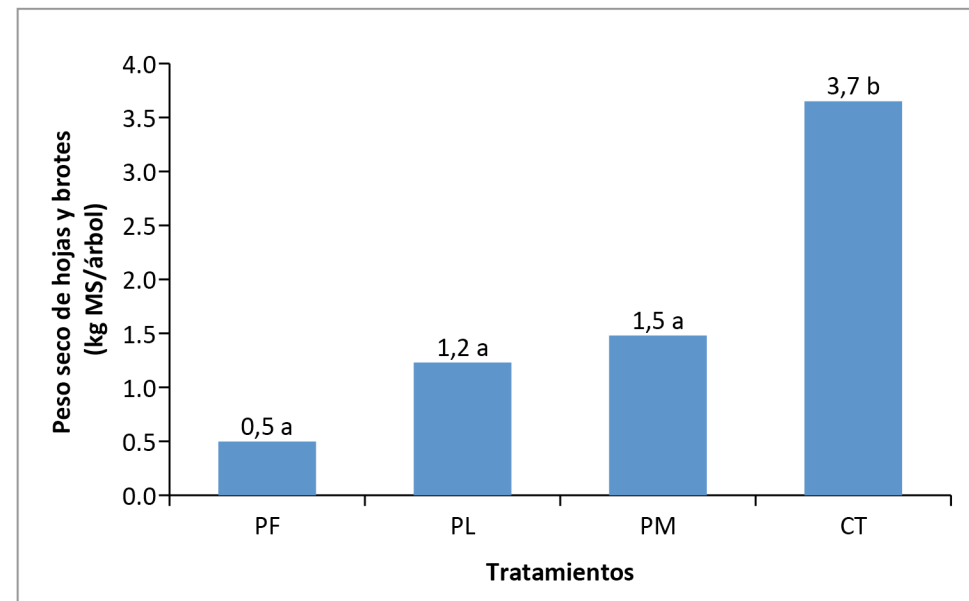
Este resultado permite inferir que, para la producción de frutos en el corto plazo (1-3 años), no es recomendable realizar manejos de poda intensa a los árboles, puesto que los resultados son desfavorables en relación a espinos intactos. Sin embargo, sería interesante estudiar si estos tratamientos provocan un aumento en la producción de frutos a largo plazo (más de 3 años). Entonces, en el caso de espinales para producción de frutos, el manejo de la arquitectura y densidad será más importante que el manejo de las podas.

Para el caso de la producción de forraje (brotes y hojas), uno de los primeros pasos fue determinar las variables que mejor explican esta producción. Los resultados mostraron que el largo de las ramas, el número de brotes y el largo de los brotes son las características del espino que explican, en mayor medida, la producción de forraje utilizable por los animales. Esto puede entregar información relevante para determinar el tipo de poda a aplicar.

La producción de brotes fue significativamente mayor en la poda leve, siendo casi tres veces lo producido en las otras podas. En el caso de la producción de hojas por rama, los resultados mostraron que los espinos no podados produjeron la mayor cantidad de materia seca, mientras que los árboles podados tuvieron, entre ellos, una producción similar.



Al sumar ambas variables (hojas y brotes), se obtuvo que los árboles sin podar tuvieron el mayor rendimiento (3,6 kg MS/árbol) (Figura 8). Esto significa que, si lo que se busca es optimizar la producción de forraje en el corto plazo, se recomienda realizar sólo podas muy leves, de baja intensidad, fundamentalmente de renovación de material envejecido o no productivo.



**Figura 8. Peso seco de hojas y brotes (g) por espino, en relación a una poda frutal (PF), poda leve (PL), poda media (PM) y árboles sin intervenir (CT).**

En otros estudios realizados en espinales (Cornejo, 2008), bajo similares condiciones de manejo y de tratamientos aplicados, se obtuvo que al aplicar menores intensidades de corte se ve favorecido el peso seco del rebrote, debido a que en este tipo de intervenciones se produce un mayor número de rebrotes, independiente de su tamaño. Estudios realizados en *Atriplex nummularia* mostraron similares resultados.



De este modo, el manejo más adecuado para obtener una alta producción de forraje por árbol, sería realizar una poda leve, ya que con esto la producción de brotes en las ramas aumentará y permitirá asegurar una mayor producción de forraje. La baja producción de forraje en individuos sometidos a la poda de tipo frutal, podría deberse a que se les extrajo gran cantidad de ramas, lo que provocó que los árboles produjeran menor cantidad de follaje en relación a los otros tratamientos.

Según los datos obtenidos por los autores, al intervenir los espinos con cualquier tipo de poda, disminuye la producción de forraje (si se considera que todas las hojas producidas por el árbol son utilizables por los animales). Esto se debe a que las podas producen una disminución en la cantidad de ramas y en el largo de las mismas, variables que explican en mayor medida la producción de forraje de los espinos.

Sin embargo, al no realizar podas, los árboles envejecen y su producción tiende a disminuir producto de la presencia de ramas muertas. Además, el forraje de espinos no podados es de difícil obtención para animales que no poseen una adaptación al ramoneo de árboles con presencia de espinas. Los espinos que fueron usados para las mediciones eran árboles sanos, con producción de frutos y regeneración visible. Entonces, las podas podrían utilizarse para efectos de regeneración en individuos adultos, con el objetivo de fomentar el crecimiento de hojas y brotes nuevos, como también disminuir el efecto del hongo *Ravenelia hieronymii*.



Debido a que la investigación relacionada con la utilización de los espinos como fuente directa de forraje no se ha desarrollado en el país, la información disponible en relación a los factores medioambientales y sus efectos sobre la producción de forraje y frutos del espino, es muy escasa. En una investigación realizada por Azócar y Lailhacar (1990), en la Región de Coquimbo, se determinó que la producción de biomasa o materia seca del espino depende de las precipitaciones ocurridas en el año anterior al momento de medición. Es decir, los efectos de las lluvias se ven expresados con un desfase de un año.

En otro estudio realizado por Yáñez (1997), quien caracterizó la biomasa procedente de la poda alta o corte de intensidad baja en espinos ubicados en Combarbalá, se comprobó que la biomasa obtenida estaba estrechamente relacionada con las precipitaciones caídas el año anterior a la intervención o poda. Esto, debido a que el agua se acumula en el perfil del suelo siendo aprovechada por especies con raíces profundizadoras.

Esta información es muy relevante para programar la frecuencia e intensidad de las podas que se realizará en el espinal. Si las precipitaciones caídas en el año anterior a la poda programada fueron escasas, es recomendable realizar una intervención más bien leve y permitir la adecuada recuperación del espino a dicha poda.

### 3.2 Interacción entre la pradera, el espinal y los animales

Debido a que la información presentada en este documento es, principalmente, acerca del manejo de espinales adultos, no se presentará información relacionada con la interacción entre los tres componentes de un sistema silvopastoril (pradera, árboles y animales) cuando el estrato arbóreo se encuentra en el período de establecimiento o de plántulas. Es en este período en donde se producen relaciones de competencia entre la pradera y los árboles, debido a que las raíces de ambos componentes se encuentran en una profundidad similar en el perfil del suelo (0-30 cm). Además, es en este momento del ciclo de establecimiento del sistema silvopastoril, en donde se debe tener especial cuidado con el pastoreo de los animales, para evitar el daño de plántulas.



En espinales adultos, las interacciones entre estos componentes son, fundamentalmente, de sinergismo positivo o de efectos combinados que promueven el adecuado desarrollo tanto de la pradera como de los espinos. Por ejemplo, cuando se analiza el crecimiento de la pradera en áreas con y sin influencia del espino, se puede observar que la disponibilidad de la pradera siempre es superior bajo la proyección de copa y que, en algunos casos, este incremento de producción es superior al 100% (Figura 9).

Otros estudios han investigado el efecto de la exposición de los espinos y la influencia de la proyección de sombra de los árboles sobre la producción de materia seca de la pradera. Si se analiza la posición geográfica en relación al fuste de los espinos, se observa que las mayores producciones de materia seca se obtienen en los sectores con orientación sur. Esto dice relación con la mayor cantidad de horas de sombra que poseen estas zonas, en comparación con la exposición norte.



**Figura 9. Efecto de la presencia del espino sobre el crecimiento de la pradera bajo su influencia.**

Este efecto, producido por las modificaciones microambientales generadas por el espino, favorece el crecimiento de la pradera y aumenta la disponibilidad de forraje en sistemas silvopastoriles, lo que permite sustentar una mayor cantidad de animales en el predio.

El espino se ve favorecido por la presencia de los animales, ya que estos, naturalmente, consumen frutos y semillas de este árbol, y ayudan al proceso de disseminación y colonización. El espino posee semillas con testa dura, que requiere un proceso de escarificación para que pueda ingresar agua a ésta y se inicien los procesos germinativos. Cuando los rumiantes consumen los frutos, las semillas pasan por el tracto digestivo y gracias a la acción de los ácidos presentes en éste, sufren un proceso de escarificación. Muchas de estas semillas serán expulsadas en las fecas de los animales, ayudando así a la propagación del espino.

En ecosistemas áridos y semiáridos, la presencia de una estrata arbórea provee de muchas ventajas para los animales. En invierno, fecha en la cual ocurren los partos en la mayoría de las explotaciones, los árboles funcionan como un “galpón natural”, evitando que los animales, particularmente las crías, estén expuestos a fríos extremos. Del mismo modo, en el período estival, los árboles permiten que los animales se encuentren protegidos de las altas temperaturas, disminuyendo además el consumo de agua de bebida, elemento muy escaso en la mayoría de las explotaciones ubicadas entre la Región de Coquimbo y la Región Metropolitana.



# Uso de frutos de espinos en alimentación animal

## 4.1 Antecedentes generales

Uno de los principales problemas que se presentan en los sistemas pastoriles en zonas áridas y semiáridas, es la dependencia de estos a las condiciones climáticas, especialmente a la cantidad y distribución de las precipitaciones, ya que ambas definirán la producción anual de la pradera y la estacionalidad de la disponibilidad de forraje. Además, la variabilidad en el monto y distribución de precipitaciones es muy alta en este tipo de ecosistemas, por lo que existe una incertidumbre constante de cuánto forraje producirá la pradera y en qué momento estará disponible.

Esta variabilidad resulta ser un problema para los productores que poseen sus explotaciones en estas zonas, ya que gran parte de los manejos zootécnicos que requiere el rebaño (principalmente las fechas de encaste y pariciones), se realizan en base a la disponibilidad de forraje que presentará la pradera en un momento determinado, factor que no cuenta con un alto grado de certidumbre. Así, en muchas ocasiones, la cantidad y calidad de forraje presente en la pradera es muy baja en relación a los requerimientos de los animales. Dado esto, es que se han investigado distintas alternativas para mejorar la productividad y sustentabilidad de las explotaciones ganaderas en zonas áridas y semiáridas.

En diversos países que poseen ecosistemas similares a los de la zona centro norte y central de Chile, se han estudiado los frutos y el forraje de árboles y arbustos forrajeros como alternativa de alimentación cuando la pradera se encuentra con baja calidad y/o disponibilidad. Los resultados han sido exitosos y, a la fecha, en muchos países se encuentran desarrollados planes de manejo de explotaciones ganaderas que incorporan, en sus balances forrajeros, la programación de cosecha y preparación de suplementos basados en frutos y follaje de árboles forrajeros para su utilización en épocas críticas.

En Chile, se han desarrollado algunos estudios en esta línea, pero aún es un área de investigación que requiere de mayor información.

El género *Acacia* está distribuido en muchas zonas geográficas y es reconocido por poseer aptitudes forrajeras. Los frutos y follaje de muchas especies de este género son utilizadas en distintas zonas del mundo para la alimentación de ovejas, cabras y bovinos en distintas etapas fisiológicas. En el caso del espinos, no existían experiencias previas que indicaran si su fruto podía constituir un alimento interesante, desde el punto de vista de la calidad nutricional, para la alimentación de ganado de interés económico.

El desarrollo del proyecto, cuyos resultados se presentan en el presente documento, tuvo como objetivo principal ser un aporte en el desarrollo de sistemas pluriestratificados, bajo la premisa de que este tipo de sistemas productivos son más sustentables a largo plazo y permiten otorgar un mayor grado de certeza a la toma de decisiones de los productores que poseen explotaciones ganaderas en ecosistemas áridos y semiáridos.

## 4.2 Momento de cosecha de los frutos

El momento de cosecha de los frutos de espinos podría ser un factor relevante al momento de utilizarlos como suplemento para animales, ya que determinaría calidad, cantidad y aceptación por parte de los animales. Al observar el fruto de espinos, se podría especular que al momento de la maduración, la calidad y aceptación disminuye considerablemente, así como su calidad nutritiva. Esto, como se verá en capítulos posteriores, no es efectivo.

Los resultados del proyecto mostraron que los animales prefieren el consumo de frutos maduros de espinos por sobre el consumo de frutos verdes. Este resultado es muy relevante, ya que tiene implicancias prácticas a nivel predial. La cosecha de frutos maduros es mucho más simple y menos demandante de mano de obra, ya que se puede esperar la dehiscencia o caída natural de los frutos y cosecharlos directamente desde el suelo, evitando así la cosecha manual desde el árbol, práctica muy laboriosa y lenta (Figura 10).





**Figura 10. La cosecha de frutos de forma manual y directamente desde los árboles, es una labor muy lenta y compleja.**

No obstante, cabe señalar que la cosecha de frutos maduros debe ser realizada antes de que comiencen las lluvias otoñales e invernales, con el objetivo de no perder valor nutritivo y duración de los frutos en la post cosecha. En la zona central del país, los frutos se encuentran en estado maduro entre los meses de marzo y abril, pudiendo programar la cosecha a fines de abril y mayo.

Además, la producción de materia seca de frutos es mayor si se cosechan en estado maduro, por lo que la recomendación al productor es realizar la colecta en esta fase del ciclo de desarrollo de los frutos.

### **4.3 Valor nutritivo de los frutos de espinos y su efecto sobre la preferencia de los animales**

Uno de los aspectos fundamentales que se requieren conocer, al momento de evaluar un nuevo producto que se desea utilizar como suplemento en la alimentación de animales de interés económico, es si éste posee una calidad similar o superior al recurso base que conforma la dieta de los animales y, por cierto, si posee alta palatabilidad.

El Cuadro 2 muestra la composición química de los frutos de espinos, tanto en su estado verde como cosechados en estado maduro. Se puede observar que el aporte de nutrientes y energía que entregan ambos tipos de fruto es muy interesante.

Por ejemplo, si se desea utilizar los frutos en el período estival o antes de que comience el ciclo de crecimiento de la pradera, la calidad de los frutos es muy superior a la calidad que puede presentar la pradera anual rezagada (recurso forrajero más utilizado en ecosistemas áridos y semiáridos como base de la dieta de los animales). En efecto, la pradera rezagada presenta un bajo aporte de energía metabolizable y valores de proteína inferiores al 6%, por lo que la utilización de suplementos basados en frutos de espinos puede representar una alternativa muy atractiva para los productores.

	Momento de cosecha	
	Fruto verde	Fruto maduro
Materia seca (%)	53,8 ± 1,2 <sup>a</sup>	95,1 ± 1,7 <sup>b</sup>
Fibra detergente neutro (%)	30,9 ± 0,6 <sup>a</sup>	34,8 ± 1,6 <sup>b</sup>
Fibra detergente ácido (%)	26,9 ± 0,6 <sup>a</sup>	27,5 ± 1,8 <sup>a</sup>
Proteína bruta (%)	15,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	15,4 ± 0,8 <sup>a</sup>
Energía bruta (MJ/kg MS)	19,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	20,3 ± 0,6 <sup>a</sup>
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	8,1 ± 0,1 <sup>a</sup>	9,2 ± 0,5 <sup>b</sup>
Valor D <sup>1</sup> (%)	51,3 ± 0,9 <sup>a</sup>	59,2 ± 3,3 <sup>b</sup>
Taninos condensables (%)	2,44 ± 0,11 <sup>a</sup>	2,57 ± 0,46 <sup>a</sup>
Polifenoles totales (%)	3,88 ± 0,24 <sup>a</sup>	3,41 ± 0,35 <sup>b</sup>

Valores con diferente letra en la misma fila son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup> Materia orgánica digestible en la materia seca.

## Cuadro 2. Composición química de frutos de espino (promedio ± DE) cosechados en dos momentos de su ciclo de desarrollo.

Es interesante notar la alta calidad del fruto maduro, incluso superior al fruto verde. Esto, podría deberse a la mayor proporción semilla:vaina que presenta el fruto maduro, en relación al fruto verde. La calidad de la semilla es muy alta y es en donde se concentra la mayor cantidad de nutrientes utilizables por los animales. Estudios preliminares realizados por Figueroa (2009), quien analizó la harina de cotiledón de semilla de espino para evaluar su uso para la confección de harinas para consumo humano, mostraron que el cotiledón posee una concentración de proteína cercana al 50%, lo que explicaría la alta calidad de la harina de frutos maduros de espino.

El consumo y preferencia que realizan los animales, está influenciado por dos factores fundamentales: el contenido nutricional del alimento y la presencia de elementos tóxicos o compuestos anti-nutricionales.

En ecosistemas áridos y semiáridos, el forraje proveniente de hojas y frutos de árboles y arbustos, normalmente posee contenidos elevados de compuestos fenólicos y taninos, los cuales pueden ser tóxicos para los animales. Estos compuestos se sintetizan en las plantas como respuesta a determinados tipos de estrés (herbivoría, protección para déficit de humedad o exceso de temperatura, etc.).

Como fue mencionado anteriormente, estos compuestos pueden influir en la aceptación y preferencia de los animales por un tipo de suplemento, en el consumo y en la cantidad máxima que puede incorporarse en la dieta sin que se provoquen cuadros de toxicidad.

La concentración de taninos presentes en los frutos (menor a 3%), permite indicar que este compuesto no es un factor limitante para el incremento en los niveles de inclusión en la dieta. Así, un suplemento basado en frutos de espino podría ser incorporado en cantidades superiores al 50% de inclusión en la dieta en rumiantes menores (en base a niveles de consumo diario cercano a los 2 kg de MS/animal/día), sin causar toxicidad por este compuesto. De este modo, las limitaciones para el incremento del suplemento en la dieta, dicen relación con la dificultad de contar con mayor cantidad de materia prima, como también con los desbalances nutricionales que podría causar una inclusión muy alta del suplemento.

En el marco del proyecto, se desarrollaron ensayos de evaluación de preferencia por suplementos basados en frutos de espino, tanto en ovejas como en cabras. Se observó que las ovejas prefirieron los suplementos basados en fruto maduro de espino, mientras que las cabras no tuvieron una preferencia particular, consumiendo en la misma proporción suplementos basados en frutos verdes y maduros.

Estos resultados permiten recomendar, nuevamente, la utilización de frutos maduros de espino para la alimentación de rumiantes menores.



#### 4.4 Forma de presentación de los frutos y preferencia

Debido a la forma, tamaño y dureza de los frutos de espinillo, el consumo de vainas enteras puede ser muy complejo para los animales. Si bien es cierto que, de manera natural, los animales consumen este tipo de frutos, la cantidad diaria que pueden llegar a consumir, su palatabilidad y digestibilidad, se puede incrementar si se mejora la presentación con la cual se entregan los frutos.

El procesamiento puede ser tan simple como un leve “chancado” o molienda parcial de los frutos. Con esto, se reduce el tamaño de partícula y se incrementan las posibilidades de que los animales puedan utilizar los nutrientes contenidos en la semilla de los frutos de espinillo. Además, los rumiantes no consumen de buena manera los suplementos muy finos, ya que obstruyen su aparato respiratorio, por lo que es más recomendable realizar una molienda gruesa y no ofrecer harinas.

Para analizar el efecto de la forma de presentación sobre la preferencia, se realizaron ensayos que probaron dos formatos: chancado y peletizado. Los frutos presentados de forma peletizada, fueron confeccionados sólo utilizando agua como aglomerante, por lo que son, desde un punto de vista nutricional, muy similares a los frutos presentados de manera chancada.



Los resultados mostraron que las ovejas no presentan una preferencia marcada por un tipo de presentación, consumiendo de igual manera los frutos chancados o peletizados. En el caso de las cabras, tienden a rechazar el pelet, particularmente el confeccionado con frutos maduros. Posiblemente, durante el proceso de peletización, exista una interacción entre el tipo de fruto y la peletización, que cause una mayor dureza en el pelet fabricado con frutos maduros, lo que afectaría su aceptación.

El proceso de peletizado corresponde a la aglomeración de partículas finas de alimento mediante el uso de presión mecánica, humedad y calor, y su objetivo fundamental es aumentar el nivel de consumo y disminuir las pérdidas de alimento. Sin embargo, se han observado efectos negativos en la calidad del alimento sometido al proceso de peletizado, debido a cambios químicos y físicos que sufren las materias primas. Por ejemplo, el proceso de peletizado provoca una disminución en la digestibilidad del almidón (Abdollahi et al., 2013), lo que podría afectar el valor nutricional del suplemento. Además, los cambios físicos producto de una diferente presentación de las harinas (mayor dureza), podrían provocar una menor aceptación de los suplementos.

Como fue mencionado, la peletización no aumentó la aceptación de los suplementos, por lo que la utilización de la peletización podría justificarse sólo como un método para disminuir las pérdidas de alimento en los comederos.

#### 4.5 Experiencias en el marco del proyecto: Suplementación en períodos críticos

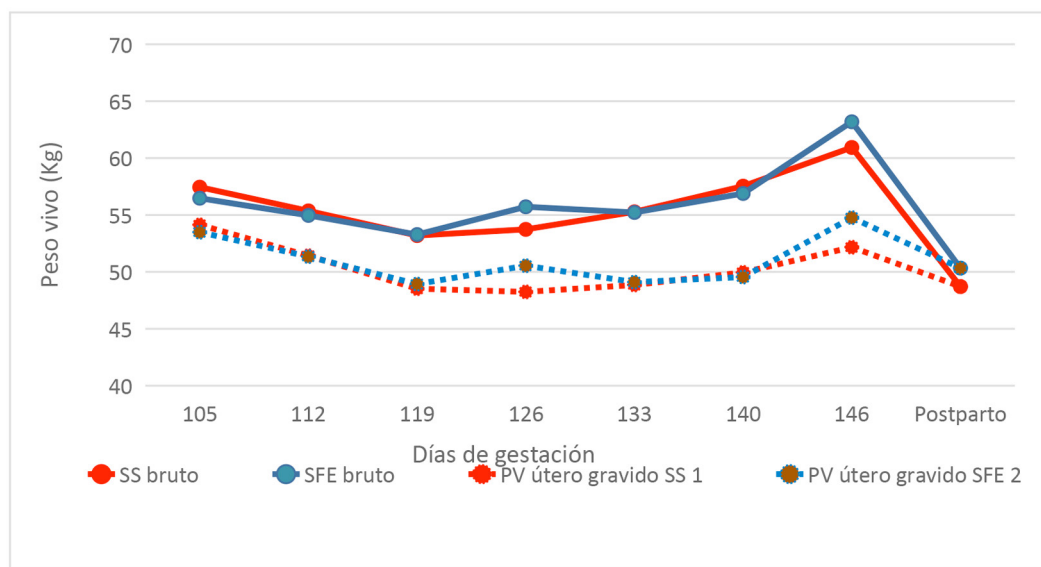
En las explotaciones ovinas de la zona central del país, la programación de los encastes se realiza para que los partos coincidan con el inicio del ciclo de crecimiento de la pradera y, por tanto, la lactancia se desarrolle cuando ya la pradera tenga cierto nivel de disponibilidad y calidad. No obstante, como fue mencionado anteriormente, esto posee un elevado nivel de incertidumbre.



El último tercio de gestación y la lactancia en los ovinos, son dos períodos de alta demanda de nutrientes, por lo que el aporte de la pradera por lo general no es suficiente para satisfacer los requerimientos de los animales. Por lo tanto, la suplementación con frutos de espinillo podría ser una alternativa interesante de evaluar.

Para dicho fin, se diseñaron dos ensayos en el marco del proyecto. El primero, estaba enfocado en analizar el efecto de la suplementación en el último tercio de gestación en ovinos de raza Suffolk Down y el segundo, fue planteado para evaluar los efectos de la suplementación durante la lactancia en ovinos de raza Merino Precoz. Se ofreció una cantidad de suplemento equivalente al 14% de la dieta diaria (250 g de suplemento por animal al día). Dados los resultados anteriores, se optó por el suplemento basado en frutos de espinillo maduros, en su formato de pelet (para disminuir las pérdidas en los comederos).

La suplementación no provocó un cambio significativo en el peso vivo de las ovejas, aún cuando en gran parte del ensayo, los pesos de los animales suplementados fueron superiores al de los animales sin suplementación (Figura 11).



**Figura 11. Efecto de la suplementación con frutos de espinillo en el peso vivo (kg) y peso vivo descontando el útero gravido (kg) durante el último tercio de gestación. SS: sin suplementación; SFE: suplementación con frutos de espinillo.**

Es posible que la cantidad de suplemento ofrecida no fuera suficiente para generar un impacto mayor en los animales. Como fue mencionado en capítulos anteriores, la suplementación puede incrementarse hasta casi un 50% de la dieta sin que se presenten casos de toxicidad (lo que sería equivalente a ofrecer aproximadamente 1 kg diario de suplemento).

El aumento de peso luego del día 120, es producto del incremento en el peso del feto y al inicio del crecimiento vegetativo de la pradera, debido a la ocurrencia de las primeras lluvias durante el año en el cual se desarrolló el ensayo. La segunda variación observada ocurre al día 146 de gestación, con más de 3 kg de diferencia en favor de las ovejas del tratamiento con suplementación. Esto, podría estar provocado por el mejor estado energético en el cual se encontraban las ovejas con suplementación, debido al mayor aporte de energía metabolizable otorgado por el suplemento.

El peso al nacimiento de los corderos fue similar entre tratamientos. Esto, sin embargo, es esperable, ya que el peso de los corderos tiene un fuerte componente genético y, de no mediar un déficit muy serio de forraje que afecte significativamente el crecimiento fetal, la suplementación durante el último tercio de gestación no tendría un efecto importante sobre el peso de los corderos al nacimiento.



Entonces, con una suplementación en el último tercio de gestación, el principal beneficio estaría dado en entregar una dieta más cercana a los requerimientos de las hembras gestantes, disminuyendo la movilización de reservas corporales y mejorando el estatus energético con el cual las hembras enfrentarán la lactancia. Esto será especialmente relevante cuando se trabaje con razas que posean una alta prolificidad.

En el ensayo realizado durante la lactancia, no se detectaron efectos relevantes de la suplementación sobre la tasa de ganancia de peso de los corderos y sobre el peso y condición corporal de las hembras. Si se considera que la lactancia de los ovinos en la zona central del país, por lo general, se desarrolla desde el mes de agosto en adelante, ya la pradera se encuentra en pleno crecimiento, por lo que su calidad y disponibilidad son suficientes para satisfacer los requerimientos de los animales. Además, como ésta se encuentra en estado vegetativo, su palatabilidad es muy alta.

Entonces, la importancia de los frutos de espino como suplemento alimenticio, es mayor cuando la pradera es de baja calidad. Así, la recomendación al productor, sería la utilización de los frutos en el período estival y en el período de otoño, cuando aún no ha comenzado el ciclo de crecimiento de la pradera.



## Análisis técnico - económico de la propuesta de manejo silvopastoril del espinal enfocada en la producción de recursos forestales no madereros

### 5.1 Desarrollo del ejemplo de plan de manejo

Para analizar si, desde un punto de vista técnico y económico, es viable proponer un manejo silvopastoril del espinal enfocado en la producción de recursos forestales no madereros, cuyo uso será la alimentación de ganado de interés económico, se desarrolló un plan de manejo tipo, simulado en un predio ficticio representativo del secano interior de la zona central del país.

En base a los resultados presentados en los capítulos previos, se consideró un plan de manejo que considere una densidad media, con espinos de 4 o más fustes. Debido a que se pretende producir frutos y forraje, esta combinación sería la más pertinente para efectos de manejo predial. Entonces, la población de espinos será de 1.110 árboles/ha, con una producción de frutos promedio por árbol de 2,28 kg al año. El resto de las características de la explotación, se pueden observar en el Cuadro 3.

Componente	Cantidad
Superficie del predio (ha)	500
Producción de la pradera (kg MS ha <sup>-1</sup> )	1.200
N° árboles por hectárea	1.110
Producción de frutos por árbol (kg MS árbol <sup>-1</sup> )	2,28
Días de suplementación (días)	50
Nivel de suplementación (kg MS animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	0,5
Valor jornada hombre (\$ JH <sup>-1</sup> ; valor bruto)	18.000
Cantidad de frutos cosechados al día (kg cosechados día <sup>-1</sup> )	200

**Cuadro 3. Características de la explotación ficticia que será utilizada para desarrollar el plan de manejo silvopastoril del espinal.**

En la experiencia obtenida durante el proyecto, se comprobó que la cosecha de frutos es relativamente lenta, debido a que no es mecanizada y que la producción por individuo es baja, por lo que obtener la cantidad de suplemento requerida es dificultoso. Así, se consideró fijar la cantidad de frutos cosechados al día en 200 kg. Se consideró una suplementación de 50 días al año, correspondiente al último tercio de gestación, siendo éste el período con la menor disponibilidad y calidad de la pradera.

Multiplicando la cantidad de árboles por hectárea por la producción individual de frutos, se obtiene que la productividad por hectárea es de, aproximadamente, 2.500 kg. De este modo, si se considera un solo trabajador encargado de la cosecha, la cantidad de días para realizar dicha labor es de 12,65, con un costo en mano de obra de \$227.772

Un predio de las características propuestas, puede sustentar una carga animal cercana a 0,97 ovejas vientre por hectárea al año. Entonces, si se multiplica por la superficie de la explotación, se pueden mantener aproximadamente 482 ovejas vientre en total, sin considerar la suplementación adicional.

Si se incorpora una suplementación como la indicada en el Cuadro 3 (0,5 kg/animal/día por 50 días), la carga animal se puede incrementar a 1,05 ovejas vientre por hectárea, lo que provoca un incremento en la cantidad de ovejas totales a 527.

Al considerar variables zootécnicas para la estimación del número de corderos producidos por la explotación (Cuadro 4) se obtiene que, al incrementar la capacidad de carga del predio, aumenta el número de corderos producidos anualmente en 40 animales (424 versus 464 corderos, para los casos sin suplementación y con suplementación, respectivamente).

Componente	Cantidad
Fertilidad del rebaño (%)	80
Prolificidad del rebaño (%)	110
Peso venta del cordero (kg)	35
Precio por kg (\$/kg; IVA incl.)	1.200

#### Cuadro 4. Supuestos relacionados con variables zootécnicas y características de venta para efectos de la simulación del plan de manejo.

Dada la información anterior y, considerando un precio de venta de \$1.200 por kg de peso vivo, los ingresos sólo por venta de corderos corresponderán a \$17.843.864 en un predio sin suplementación y \$19.480.263, en el caso de considerar la suplementación con frutos de espino.

Para la suplementación planteada en el ejemplo, se requiere cosechar un total de 13.177 kg de frutos de espino, lo que se podría obtener si se cosechan aproximadamente 5,2 hectáreas de espino. En base a los supuestos presentados en los cuadros anteriores, esta cosecha podría ser realizada por un trabajador en 66 días, con un costo aproximado de \$1.185.892.

De este modo, el incremento en el beneficio de la explotación es, en promedio, de \$450.500 por año. Ahora bien, este cálculo sólo considera el aumento de los ingresos directos por el incremento en la cantidad de corderos producidos anualmente, en base a la entrega de suplemento basado en frutos de espino.



Se podría considerar también la entrega de suplemento basado en hojas y brotes de espino e incorporarlo al balance forrajero anual. Debido a la respuesta en producción de follaje y al efecto negativo sobre la producción de frutos, las podas deberían ser realizadas en individuos diferentes a los utilizados para la cosecha de frutos.

Ahora bien, debido al proceso de recuperación posterior a la poda, no sería recomendable podar los mismos individuos en un período inferior a 3 años. No obstante, en base a los supuestos planteados en el ejemplo, la población de individuos podados podría ir rotando a través de los años, por lo que podría considerarse como una suplementación constante a través del tiempo.

## 5.2 Comentarios y análisis de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en el análisis técnico-económico del manejo silvopastoril planteado permiten deducir que la suplementación con frutos de espino es una alternativa viable para los productores ganaderos del secano semiárido de la zona central del país.

El manejo planteado sólo consideró la inclusión de suplemento basado en frutos de espino, debido a su mayor facilidad de entrega y su mayor potencial en la fabricación de suplementos alimenticios. No obstante, la entrega de follaje y brotes permitiría aumentar aún más la disponibilidad de forraje a nivel predial, con lo que se incrementaría la sustentabilidad del sistema productivo y, por consiguiente, sería factible sumar un mayor número de animales en la explotación.

Esta suplementación podría ser considerada en años especialmente secos, en los cuales la disponibilidad de forraje para el período estival y otoñal se vea comprometida. La entrega del follaje podría ser similar a la alternativa utilizada por los productores de ecosistemas áridos, los cuales podan sus árboles para dejar disponible el alimento a los animales.

Dado que esta actividad se considera una poda con fines no madereros, podría ser bonificada en base a la ley N°20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. De este modo, dependiendo de las características de la explotación y de la población de espinales presente, los productores podrían acogerse a las siguientes bonificaciones del Fondo de Conservación del Bosque Nativo, en las actividades relacionadas con producción no maderera:

- Corta sanitaria
- Clareo con fines no madereros
- Raleo con fines no madereros
- Poda con fines no madereros

Debido a la naturaleza de dichos incentivos (bonificaciones), no pueden ser considerados dentro del cálculo directo de rentabilidad de la explotación. No obstante, la realización de dichas actividades, sin duda, va a incidir directamente en la productividad del espinal, en su persistencia y estado de salud, por lo que deben ser consideradas dentro del plan de manejo que cada productor defina con sus respectivos asesores.

# Conclusiones

Según lo expuesto en el presente documento, el manejo de espinales bajo un sistema silvopastoril enfocado en la producción de forraje y frutos, es una alternativa viable para los pequeños y medianos productores ubicados en la zona centro norte y central del país.

Los beneficios de la implementación de este tipo de sistemas son variados:

- Diversificación de los productos obtenidos del espinal.
- Aumento de los ingresos de la explotación, producto del incremento en la carga animal.
- Incremento en el bienestar animal y en la sobrevivencia de las crías.
- Aumento de la biodiversidad en el predio.
- Mayor estabilidad y sustentabilidad productiva al diversificar los recursos forrajeros prediales.

El presente documento permitió entregar las directrices para un sistema de manejo enfocado en la utilización no maderera al espinal, cuyos principales usos son, normalmente, para la confección de leña y carbón o como formación de conservación. Gran parte de los espinales presentes en el país se encuentran en explotaciones de uso múltiple (ganaderas, forestales, agrícolas), por lo que la diversificación en el uso de este recurso es, a juicio de los autores, relevante para la conservación y manejo de esta formación vegetal.

# Referencias

*Abdollahi, M.R., Ravindran, V. and Svihus, B. 2013. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. Animal Feed Science and Technology 179 (1-4): 1-23.*

*Azócar, P. y Lailhacar, S. 1990. Bases ecológicas para el desarrollo agropecuario de la zona de clima mediterráneo árido de Chile. Terra Arida N°8. Pp. 222-300.*

*Cornejo, P. 2008. Efecto de intensidades de corte en el rebrote de Acacia caven (Mol.) Mol. Memoria Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 32p.*

*Figuerola, K. 2009. Caracterización de las propiedades tecnológicas de la harina de cotiledón de la semilla de espino (Acacia caven (Mol.) Mol.). Memoria Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 30 p.*

*Olivares, A. y Ortiz, G. 1991. Influencia del hábito de crecimiento del espino (Acacia caven (Mol.) Mol.) en la producción de flores y frutos. Avances en Producción Animal 16 (1-2): 81-93.*

*Uribe, J. M., Cabrera, R., de la Fuente, A., Paneque, M. 2012. Atlas bioclimático de Chile. Universidad de Chile. Santiago. 229 p.*

*Yáñez, L. 1997. Caracterización de la biomasa procedente de la poda alta en Acacia caven (Mol.) Mol., comuna de Combarbalá, IV región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago. 60 p.*

