

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

CENTRO DE AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

CARACTERIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS
AGROFORESTALES EN LA COMUNA DE PUMANQUE, CHILE



DIRECCION ACADEMICA
DPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**



PRESENTA
ROBERTO ALEJANDRO GARFIAS SALINAS

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO. MARZO DEL 2001

B:6 95485

CARACTERIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS
AGROFORESTALES EN LA COMUNA DE PUMANQUE, CHILE

Tesis realizada por **Roberto Alejandro Garfias Salinas** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

DIRECTOR:


Dr. MIGUEL ÁNGEL MUSÁLEM SANTIAGO

ASESOR:


Dr. JUAN ANTONIO LEOS RODRÍGUEZ

ASESOR:


M. C. ELSA CERVERA BACKHAUSS

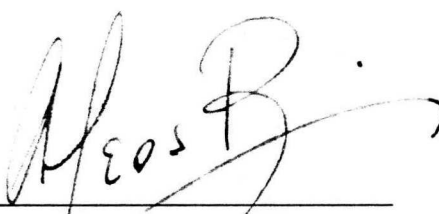
CARACTERIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS
AGROFORESTALES EN LA COMUNA DE PUMANQUE, CHILE

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Roberto Alejandro Garfias Salinas** autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, estuvo constituido por:

PRESIDENTE:


Dr. MIGUEL ÁNGEL MUSÁLEM SANTIAGO

ASESOR:


Dr. JUAN ANTONIO LEOS RODRÍGUEZ

ASESOR:


M. C. ELSA CERVERA BACKHAUSS

DEDICATORIAS

A MIS HIJOS, DANIELA Y DIEGO
QUIENES ME DIERON LA FUERZA PARA SALIR ADELANTE

A GUACOLDA SALINAS, MI MADRE

A LA MEMORIA DE MI PADRE
RENÉ GARFIAS PEÑA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo agradecer a quienes permitieron que este escrito llegara a un feliz término: Dr. Miguel Ángel Musálem Santiago, Director del Comité Asesor y los asesores Dr. Juan Antonio Leos y M. C. Elsa Cervera.

A mis queridos compañeros de la Maestría con quienes viví momentos inolvidables: Martha Cano, Guillermo Pérez, Consuelo López, Ramiro Escobar, Juan Elgueta, Ariel Buendía, Miguel Morán, Miguel Uribe y Antonio Arroyo.

A nuestra querida Lolita, por su permanente colaboración y abnegada dedicación.

A mis colegas de la Universidad de Chile señores Alfredo Olivares y Judith Gálvez.

Debo también expresar mis sinceros agradecimientos a los alumnos de la Cátedra de Agroforestería, dictada por el autor el segundo semestre de 1998, en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, quienes llevaron a cabo la fase más importante de esta tesis: La Toma de datos. Asimismo debo extender estos agradecimientos a mis 2 ayudantes, los Ingenieros Forestales Mauricio Rodríguez y Alicia Óscariz, por su abnegada colaboración en la preparación y dirección del trabajo de terreno.

Finalmente vayan mis agradecimientos a quienes colaboraron en el procesamiento de la información y en su persistente ayuda anímica: Ricardo Larraín, Patrick Lewin; M. Consuelo Vega, Emando Hantelman y Patricio Bobadilla, todos egresados de la carrera de Ing. Forestal de la U. de Chile.

DATOS BIOGRÁFICOS

Roberto Garfías Salinas Nació en Santiago de Chile, en octubre de 1962. Desarrollo sus estudios secundarios en el Liceo Manuel Barros Borgoño de la Ciudad de Santiago, egresando el año 1980.

Entre los años 1986 y 1990 fue alumno de la Carrera de Ingeniería Forestal en la Universidad de Chile.

Desde el año 1992 se desempeña como Académico jornada completa en el Departamento de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

En el transcurso de su vida académica, le ha correspondido formar la línea de agroforestería en la Universidad de Chile. En este ámbito, desarrolló un programa de trabajo para incorporar en la educación superior de Chile, la enseñanza agroforestal, creando el año 1992, un curso electivo de agroforestería. A partir del año 1998 la Cátedra de Agroforestería se incorpora en el Currículum obligatorio de la Carrera de Ingeniería Forestal.

En la actualidad, es Profesor Titular de la Cátedras de Agroforestería y de Geografía Económica Forestal, de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile y de la Cátedra de Recursos Forestales, de la Carrera de Ingeniería en Agronegocios , Universidad Central de Chile.

RESUMEN

ROBERTO ALEJANDRO GARFIAS SALINAS

CARACTERIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA COMUNA DE PUMANQUE, CHILE

MARZO DE 2001

(Bajo la Dirección del Dr. Miguel Ángel Musálem Santiago)

Con el propósito de analizar la estructura y funcionamiento de los sistemas agroforestales existentes en la Comuna de Pumanque, Chile, se identificaron y caracterizaron las fincas que presentaban dichos sistemas y se propusieron lineamientos generales de mejoramiento. Para tales efectos, se utilizó información bibliográfica y entrevistas semiestructuradas.

Las familias presentaban en promedio 3.8 integrantes y 4,778.3 US\$./año de ingreso bruto. Existían sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles y agrosilvícolas, basados en espinos (*Acacia caven* Mol.) ovino, bovino, equino y trigo. Los productores no usaban el árbol como complemento de forraje y el 37.7% producía carbón; los animales ejercían una presión de pastoreo cinco veces mayor a la normal; y el trigo era cultivado en secano, presentaba bajos rendimientos y un manejo fitosanitario deficiente. El 96.2% de los productores vendían en predio y los productos agroforestales generaban retornos equivalentes al 40% del ingreso familiar. Se sugiere establecer un pastoreo rotatorio diferido para aumentar la productividad de la pradera y mejorar la calidad del espinal, incorporar suplemento de forraje y mejorar el ganado.

Palabras claves: Pumanque, Sistemas Agroforestales, *Acacia caven*.

ABSTRACT

ROBERTO ALEJANDRO GARFIAS SALINAS

Characterization and dynamics of agroforestry systems in the District of Pumanque, Chile.

MARCH 2001

(Under the direction of Miguel Ángel Musálem Santiago)

With the aim to analyze the structure and dynamics of existing agroforestry systems in the District of Pumanque in Chile, several properties were selected and characterized. Improvement guides were proposed based on bibliography and semi-structured interviews.

An average of 3.8 persons per family and an annual income of 4,778 US\$ was recorded for the area of study. The family economy was sustained on silvopastoral, agrosilvopastoral and agrisilvicultural systems, and based on espino (*Acacia caven*), sheep, cattle, horses and wheat. Producers did not use the tree as a complement for forage and the 37.7% of them produced charcoal. Grazing was five times over land capacity while wheat was cultivated in not irrigated land, with low yields and sanity problems. 96.2% of producers sold their products at the property bringing about 40% of the family income. A rotatory grazing differed in time was proposed to increase productivity of grassland and improve quantity of shrub of espino, incorporating a supplement in forage and improvement in cattle.

Keywords: Pumanque, Agroforestry systems, *Acacia caven*

ÍNDICE

RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 <i>Antecedentes generales de la República de Chile</i>	3
2.2 <i>La agricultura campesina en Chile</i>	5
2.3 <i>El secano costero de la sexta región</i>	6
2.4 <i>Aptitud agroecológica y potencial productivo de Pumanque</i>	6
2.5 <i>Los sistemas agroforestales</i>	7
2.5.1 Definición	7
2.5.2 Atributos	8
2.5.3 Clasificación de sistemas agroforestales	8
2.5.4 Análisis estructural y funcional de sistemas	9
2.5.5 Los sistemas silvopastoriles	10
2.5.5.1 Definición	10
2.6 <i>Experiencias silvopastoriles en Chile</i>	10
2.6.1 Interrelaciones entre los distintos componentes	12
2.6.1.1 Efectos del Bosque en la producción de Forraje	12
2.6.1.2 Efectos del bosque sobre la producción ganadera	15
2.6.1.3 Efectos del ganado sobre la producción forestal	16
2.6.1.4 Efectos sobre la calidad de la madera	17
2.6.2 Manejo de sistemas silvopastoriles	18
2.6.2.1 Manejo forestal	18

2.6.2.2	Requerimientos y preparación del sitio	18
2.6.2.3	Diseño y densidad de plantación.....	19
2.6.2.4	Tratamientos silviculturales	20
2.6.3	Manejo de la pradera	21
2.6.4	Manejo animal.....	22
2.7	<i>Antecedentes generales del espino</i>	23
2.7.1	Descripción de la especie	24
2.7.2	Distribución natural	24
2.7.3	Requerimientos ambientales.....	25
2.7.4	Fenología	25
2.7.5	Hábitat.....	25
2.7.6	Formas de usos y productos.....	26
2.7.6.1	Flores.....	26
2.7.6.2	Frutos y semillas.....	26
2.7.6.3	Madera	27
2.7.7	Ecosistema silvopastoril.....	30
2.7.7.1	Efecto de la cubierta arbórea sobre la pradera	31
2.7.7.2	Efecto de la cubierta arbórea sobre los animales	33
2.8	<i>Situación agroforestal de la Comuna de Pumanque</i>	34
3.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	35
3.1	<i>Hipótesis</i>	35
3.2	<i>Objetivos</i>	35
3.2.1	Objetivo general.....	35
3.2.2	Objetivos particulares	35
4.	MATERIAL Y MÉTODO.....	36
4.1	<i>Material</i>	36
4.1.1	Ubicación y Descripción del lugar del estudio	36
4.1.2	Fuentes de Información	36
4.1.3	Instrumentos para recolección de información	36
4.2	<i>Método</i>	38
4.2.1	Delimitación del universo del estudio.....	38
4.2.2	Recolección de información	38
4.2.3	Definición de variables	40
4.2.4	Análisis de datos.....	42
4.2.5	Análisis estructural y funcional de sistemas agroforestales.....	42

4.2.6	Orientaciones de mejoramiento	43
5.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
5.1	<i>Estructura de los sistemas de producción</i>	44
5.1.1	Características de la unidad o grupo familiar.....	44
5.1.2	Tamaño de la familia.....	44
5.1.3	Disponibilidad de mano de obra.....	44
5.1.4	Edad del jefe de familia.....	45
5.1.5	Nivel de escolaridad del jefe de familia.....	46
5.2	<i>Características de los sistemas de producción</i>	48
5.2.1	Antecedentes generales	48
5.2.2	Estructura Productiva de los sistemas agroforestales	49
5.2.3	Arreglo de los componentes de los sistemas agroforestales.....	50
5.2.4	Superficie	52
5.2.5	Características del recurso suelo.....	54
5.2.5.1	Topografía	54
5.2.5.2	Uso del suelo y su relación con el recurso hídrico	54
5.2.6	Tenencia de la Tierra	55
5.2.7	Ingreso familiar.....	56
5.3	<i>Análisis funcional de los sistemas agroforestales</i>	58
5.3.1	Utilización del suelo	58
5.3.2	Componente arbóreo	60
5.3.2.1	Producción.....	60
5.3.2.2	Ingreso bruto	62
5.3.2.3	Aspectos Tecnológicos.....	64
5.3.3	Componente animal	64
5.3.3.1	Carga animal	66
5.3.3.2	Producción.....	68
5.3.3.3	Ingreso bruto	69
5.3.3.4	Aspectos Tecnológicos.....	70
5.3.4	Componente agrícola.....	70
5.3.4.1	Producción y rendimiento	72
5.3.4.2	Ingreso Bruto	73
5.3.4.3	Aspectos Tecnológicos.....	73
5.4	<i>Comercialización de la producción</i>	74
5.5	<i>Lineamientos generales de mejoramiento</i>	75

5.5.1	Sistemas de pastoreo e intervención del espinal.....	76
5.5.2	Introducción de pradera natural	77
5.5.3	Mejoramiento animal.....	78
6.	CONCLUSIONES	79
7.	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	81
8.	ANEXOS	90
8.1	<i>Anexo N°1. Formulario de registro de información</i>	<i>90</i>

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Luz transmitida, pasto producido y ganado sostenido, bajo diferentes edades y densidades en rodales de <i>pinus radiata</i> , como un porcentaje de una pradera sin árboles.	13
Cuadro 2. Producción anual de forraje en los distintos módulos de un sistema silvopastoril en la décima región.	14
Cuadro 3. Configuración espacial, cobertura de copa y rendimiento en forraje en plantaciones de <i>pinus elliotii</i> , a los 13 años, plantados en hileras simples y dobles a una densidad inicial de 1120 árboles/ha.....	15
Cuadro 4. Comparación de la producción herbácea bajo distintas intensidades de raleo en un sistema silvopastoril con <i>pinus radiata</i>	21
Cuadro 5. Funciones de producción de biomasa para el espino.	28
Cuadro 6. Peso seco total para <i>acacia caven</i>	28
Cuadro 7. Producción de leña y carbón de <i>acacia caven</i> según grados de eliminación de cobertura.	29
Cuadro 8. Peso de carbón de <i>acacia caven</i> , considerando 2 ramas aprovechables.	29
Cuadro 9. Rendimiento promedio de leña verde, por individuo de acuerdo a su altura y hábito de crecimiento.....	30
Cuadro 10. Poder calorífico de <i>acacia caven</i>	30
Cuadro 11. Producción de materia seca de la pradera de acuerdo al porcentaje de recubrimiento de espino.	32
Cuadro 12. Producción de materia seca promedio en cada orientación, comparada con la orientación norte.	32

Cuadro 13. Frecuencia de estructuras productivas de los sistemas agroforestales, según grupos de productores con o sin transferencia.....	50
Cuadro 14. Número de fincas con presencia de estructuras productivas agroforestales por rango de superficie, según productores con y sin transferencia.....	54
Cuadro 15. Número de productores y superficie asociada a la mediería.....	56
Cuadro 16. Valor promedio y composición del ingreso familiar de los subsistemas productivos e ingreso extrapredial, según la estructura productiva y grupo de productores.....	57
Cuadro 17. Uso promedio del suelo y porcentaje de la superficie predial de acuerdo a la estructura productiva, grupo de productores y total.....	59
Cuadro 18. Porcentaje de productores que utilizan el espino para la producción de carbón, de acuerdo a la estructura productiva y tipo de propietario.....	61
Cuadro 19. Producción total de carbón de espino, por estructura productiva, de acuerdo al tipo de propietario y total.....	62
Cuadro 20. Ingreso bruto promedio por concepto de venta de carbón de espino, ingreso familiar y porcentaje del ingreso familiar por estructura productiva de acuerdo al tipo de propietario.....	63
Cuadro 21. Participación del carbón de espino en el ingreso medio familiar por rango de ingreso bruto medio.....	63
Cuadro 22. Porcentaje de productores con y sin transferencia tecnológica por componente pecuario, según estructura productiva.....	65
Cuadro 23. Dotación animal de los sistemas agroforestales, por estructura productiva, según productores con y sin transferencia tecnológica.....	67
Cuadro 24. Carga animal promedio por estructura productiva, de acuerdo a la superficie disponible y según grupo de productores.....	68

Cuadro 25. Porcentaje de la producción promedio de terneros y corderos, según su destino por grupo de productores.....	69
Cuadro 26. Ingreso bruto promedio por concepto de venta de animales, ingreso familiar y porcentaje del ingreso familiar por estructura productiva y de acuerdo al tipo de propietario.	70
Cuadro 27. Superficie sembrada de trigo por estructura productiva según tipo de productores y su participación en la superficie del sistema agroforestal.	72
Cuadro 28. Producción promedio, destino de la producción y rendimiento del trigo según estructura productiva y tipo de productores	72
Cuadro 29. Ingreso bruto promedio por concepto de venta de trigo proveniente de los sistemas agrosilvícolas y agrosilvopastoril, ingreso familiar y porcentaje del ingreso familiar por estructura productiva y tipo de propietario.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División política y administrativa de Chile	4
Figura 2. Ubicación del lugar del estudio.....	37
Figura 3. Tamaño del grupo familiar según grupos de productores que están o no con transferencia tecnológica.	45
Figura 4. Estratos de edad en que se ubican los jefes de la unidad productiva.....	46
Figura 5. Nivel de escolaridad de los jefes de hogar de acuerdo a su aceptación de transferencia	47
Figura 6. Distribución de los sistemas agroforestales en la comuna de Pumanque de acuerdo a su estructura productiva y según grupos de productores con y sin transferencia tecnológica	51
Figura 7. Porcentaje de explotaciones por rango de superficie para productores con y sin transferencia tecnológica.	53
Figura 8. Tenencia de la tierra según productores con o sin transferencia.....	55

1. INTRODUCCIÓN

En Chile, es difícil encontrar predios que no presenten alguna práctica agroforestal en su sistema productivo. Sin embargo, los esfuerzos tendientes a conceptualizar la agroforestería como una disciplina científica recién están empezando. La carencia de estructura, información, personal especializado y el desconocimiento de los administradores sobre el potencial que tiene la agroforestería ha contribuido a ello.

La mayoría de los esfuerzos de los investigadores están destinados al conocimiento de algunos de los componentes de los sistemas agroforestales que existen en el país. Estas investigaciones aunque siendo parciales, pueden ser muy útiles para mejorar el funcionamiento de los sistemas agroforestales existentes.

Además, en Chile no existen experiencias a nivel predial o comunal, destinadas a la identificación y caracterización de los sistemas agroforestales, a objeto de conocer sus componentes principales y describir su funcionamiento, para generar a partir de ellos soluciones integradas compatibles con la realidad de los agricultores y factibles de ser implementadas. Asimismo, existe desconocimiento sobre el tipo de sistemas existentes.

Por otra parte, el cambio tecnológico propuesto por instituciones del Estado a los pequeños agricultores, presenta deficiencias en el grado de adopción y adaptación de las tecnologías a las características productivas, diversidad que presentan los recursos naturales y las oportunidades de mercados de los pequeños agricultores.

Las deficiencias anteriores, pueden ser superadas en la medida que las propuestas tecnológicas sean reales y estén de acuerdo con las aspiraciones y posibilidades de los productores rurales. Esto último, sumado a las experiencias desarrolladas en otros países, permite presumir que la participación de los

productores en la generación de ideas puede ser fundamental para elaborar propuestas de mejoramiento.

En este contexto y considerando las restricciones agroecológicas cada vez más limitantes es posible pensar en los sistemas agroforestales como una alternativa viable.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales de la República de Chile

La República de Chile, abarca una superficie continental de 756,626 km², distribuidos en una larga franja de aproximadamente 4,200 kilómetros (km) de largo y un rango de 80 a 440 km de ancho (IGM, 1985). Administrativamente el país se divide en trece regiones numeradas del I al XII (de norte a sur), además de la Región Metropolitana, en donde se encuentra la Ciudad de Santiago, Capital de la República (Figura 1).

En su conformación geográfica, se denotan tres fajas longitudinales que son comunes para todo el relieve chileno, la Cordillera de los Andes, la Depresión Intermedia y la Cordillera de la Costa. Esta característica provoca una gran variabilidad en la vegetación, la que a su vez aparece en estrecha dependencia del mosaico climático (IGM, 1985).

Desde el punto de vista forestal, la mayoría de los esfuerzos del Estado chileno han permitido un fuerte desarrollo de la zona centro-sur del país, donde se concentran la mayoría de los recursos forestales. La importancia alcanzada por el sector está representada en las conclusiones del informe final del Plan de Acción Forestal para Chile (Ministerio de Agricultura, 1994). En este estudio se expresa que en Chile existe un incremento desde 250,000 a 1,700,000 ha de plantaciones entre 1960 y 1994, superando en la actualidad las 2,200,000 ha. Este recurso provee hoy en día el 85% de la materia prima consumida por la industria. Además, existen 13,400,000 de ha de bosque nativo que aportan el restante 15%. El informe también cita el aporte que hacen las plantaciones y el bosque nativo, en madera para uso energético, industrial y doméstico, con un consumo superior a los 10,000,000 de m³/año. Por otra parte, se indica que el Estado es quien ha administrado y se ha preocupado de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, que abarca en la actualidad 14,124,375 ha.

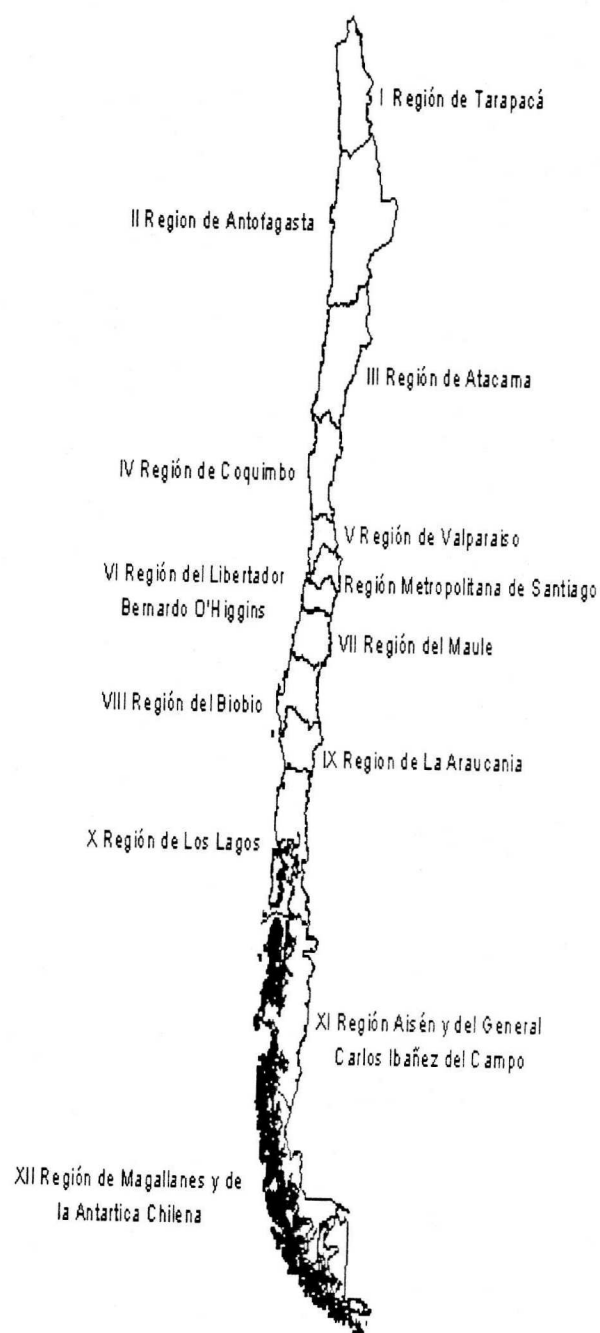


Figura 1. División política y administrativa de Chile.

También, se destaca la presencia de más de 6,000,000 de ha de suelos desnudos aptos para cultivos forestales, con la mayor parte de ellos afectados por la erosión. Finalmente, está el área industrial, la que presenta un gran dinamismo que se expresa en un incremento de consumo de madera a un ritmo de 6% en los últimos 20 años y un aumento del valor exportado de 41 a 2,000 millones de dólares entre 1970 y 2000.

Esta promisorio realidad, contrasta notablemente con la situación de los pequeños propietarios dueños de terrenos aptos para la agricultura, la ganadería y la actividad forestal. Los antecedentes disponibles demuestran que en Chile existen alrededor de 300,000 familias que poseen en total cerca de 9,000,000 de ha físicas de terreno, de las cuales, 2,000,000 son de aptitud preferentemente forestal y 400,000 ha están cubiertas por bosque nativo.

Los esfuerzos destinados a favorecer al pequeño propietario han sido bastante precarios. En el ámbito forestal, a partir del año 1990, el Estado, en una acción conjunta entre la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), han incentivado a través de un crédito blando la forestación.

La investigación tampoco ha estado destinada mayormente a favorecer los sistemas integrados de producción que por su naturaleza, son los que en mayor medida favorecen al pequeño propietario. No obstante lo anterior, en el área agroforestal se pueden rescatar algunos ejemplos que en el futuro pueden aportar al desarrollo rural del país.

2.2 La agricultura campesina en Chile

De acuerdo a Echeñique y Rolando (1989), la agricultura campesina ocupa alrededor de 8,800,000 ha, lo que representa cerca del 32% de los suelos de uso agrícola del país. Asimismo, participa con el 53% en la producción de hortalizas, 34% de viñas viníferas y uva de mesa y 22% de las praderas

mejoradas, alcanzando el 24,8% del P. G. B. de la agricultura nacional. El principal inconveniente que presenta la pequeña agricultura campesina chilena es la baja eficiencia productiva, lo que sin duda está marcado en muchos casos por limitaciones ambientales y tecnológicas.

2.3 El secano costero de la sexta región

El concepto de secano se refiere a aquellas áreas no regadas, o aquellos sectores en los cuales las lluvias suministran toda el agua disponible para los cultivos y que además no tienen riego (Novoa, 1987).

En la sexta región del país, el secano costero abarca las comunas de Navidad, Litueche, La Estrella, Pichilemu, Marchigue, Paredones, Lolol y Pumanque (Chacón, 1989). En general, el área se presenta degradada, producto de la sobreutilización de sus suelos. CEPAL (1992), indica que gran parte de los suelos (90%) del secano costero de la sexta región, son de aptitud forestal y están siendo utilizados en ganadería extensiva y, a veces, en actividades agrícolas. Además, reporta que estos suelos presentan pendientes fuertes y un alto grado de erosión.

Por otra parte MIDEPLAN (1996), establece que el secano costero de la sexta Región es un área pobre, con un alto componente de ruralidad y la mayor concentración de la pobreza se focaliza en las zonas de minifundio, siendo los grupos sociales más afectados los asalariados de temporada y los pequeños productores agrícolas.

2.4 Aptitud agroecológica y potencial productivo de Pumanque

La Comuna de Pumanque presenta aptitud para trigo, empastadas, actividades forestales y vida silvestre (CIREN, 1993). No obstante, enfrenta importantes restricciones agroecológicas (Gálvez *et al.*, 1996). De acuerdo a las estimaciones de Novoa (1987), la productividad potencial para los sistemas de

producción en la zona en la cual se inserta la comuna de Pumanque es aproximadamente tres veces la producción actual. De este modo, en trigo se podría obtener un rendimiento promedio de 50 quintales (qq)/ha y en leguminosas de grano 20 qq/ha.

Por otra parte, las praderas tienen un potencial medio de 6,000 kilogramos (kg) de materia seca por hectárea, con lo que sería posible obtener unos 2,100 litros/ha de leche o 210 kg de carne. Para los frutales y cultivos de verano, existen limitaciones naturales dadas por el inicio del déficit hídrico en el mes de octubre. Sin embargo, con riego se podría pensar en frutales tropicales por la escasez de heladas.

Reyes (1997), indica que el principal problema que afecta la productividad del suelo de la comuna es la erosión y, que este problema, se relaciona con el tipo de suelos predominantes (suelos derivados de materiales graníticos y metamórficos, caracterizados por su susceptibilidad a la erosión) y con la sobreutilización y técnicas de laboreo a los cuales han sido expuestos.

2.5 Los sistemas agroforestales

2.5.1 Definición

La agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas y tecnologías del uso de la tierra, donde especies perennes leñosas son usadas deliberadamente en las mismas unidades de manejo de la tierra, junto con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1997).

Este autor sostiene que los sistemas agroforestales son más complejos ecológica y económicamente que un sistema de monocultivo y su ciclo es siempre más de un año. Asimismo, indica que de ellos se pueden obtener dos o más productos.

2.5.2 Atributos

Los sistemas agroforestales poseen tres atributos que son fundamentales: productividad, sostenibilidad y adoptabilidad (Nair, 1997). En efecto, la mayoría de estos sistemas pretenden mantener o aumentar los productos y la productividad de la tierra a través del aumento de los productos del árbol, rendimientos mejorados de cultivos asociados, reducción de insumos y aumento de la eficiencia de la mano de obra. Además, los efectos benéficos de las perennes leñosas sobre el suelo permiten conservar el potencial de producción de la base de recursos. Finalmente, las tecnologías que se introducen en nuevas áreas, deben adecuarse a las prácticas agrícolas locales y ser aceptadas por los productores (MacDicken y Vergara, 1990).

2.5.3 Clasificación de sistemas agroforestales

El propósito principal de la clasificación de los sistemas agroforestales es proveer un marco práctico, para la síntesis y análisis de información acerca de los sistemas actuales y de los nuevos sistemas (Nair, 1997). Este autor indica que los criterios más obvios y fáciles de usar para la clasificación de los sistemas agroforestales, son los asociados con la estructura, función, naturaleza socioeconómica y rango ecológico del sistema.

En este estudio, se utiliza la base estructural de clasificación, que se refiere a la distribución de los componentes leñosos, estratificación vertical y arreglo temporal de todos los componentes; y se define en términos de los componentes y del papel o función de cada uno.

La clasificación estructural de sistemas basados en la naturaleza de los componentes, está asociada con los tres conjuntos básicos de elementos que son manejados por el hombre: las perennes leñosas, cultivos y animales. Esta clasificación, permite agrupar los sistemas agroforestales como sistemas agrosilvícolas (aquellos que presentan perenne leñosas asociadas con

cultivos); agrosilvopastoril (cuando la perenne leñosa se asocia con cultivos y animales); y silvopastoril (cuando se asocia sólo con animales/pasturas).

La clasificación estructural basada en el arreglo de los componentes, se refiere a cómo están distribuidos en espacio y tiempo, los componentes vegetales del sistema.

2.5.4 Análisis estructural y funcional de sistemas

El enfoque de sistemas, es una herramienta que permite el estudio de situaciones reales de una manera práctica. Los sistemas físicos en contraste con los sistemas abstractos o conceptuales, son acumulaciones no aleatorias de materia y energía organizadas en espacio y tiempo, que tienen límites, subsistemas y componentes interactivos. Los límites son naturales o artificiales y definen claramente lo que es interno o externo al sistema. La disposición de los componentes y subsistemas, proporciona al sistema sus propiedades estructurales; mientras que los cambios de materia, energía e información representan sus propiedades funcionales (Hart, 1990).

Para describir un sistema agroforestal en forma correcta, es requiere conocer sus límites, estructura y función. Para conocer la estructura, es necesario describir la naturaleza y la presencia de los componentes.

Para analizar la función de un sistema agroforestal, se deben identificar sus insumos y sus productos, en donde se distinguen insumos y productos biofísicos y económicos. Los insumos y productos biofísicos, son bienes gratis para el agricultor (lluvia, energía solar, sombra, etc.); y los insumos y productos económicos, son aquellos que se pueden cuantificar en términos monetarios. Una vez que se conocen los insumos y productos, se puede analizar el sistema en término de administración y productividad (Torquebiau, 1993).

2.5.5 Los sistemas silvopastoriles

En Chile se ha observado la existencia de sistemas agrosilvícolas (cortinas cortavientos con cultivos agrícolas y árboles aislados de espino con trigo) y sistemas agrisilvopastoriles (espino, ovino/bovino, trigo/cebada). No obstante, los sistemas agroforestales más conocidos y estudiados son los sistemas silvopastoriles ya que cada día han adquirido mayor relevancia en el manejo productivo de las fincas.

2.5.5.1 Definición

Los sistemas silvopastoriles, constituyen sistemas de producción donde en un mismo sitio, se produce madera, pasturas y animales (Contreras, 1983; MacDicken y Vergara, 1990). Esta combinación, permite diversificar el uso de la tierra, a través de la incorporación de ganado a una plantación forestal, o a un bosque natural. Además, se obtiene un ingreso adicional derivado de la producción de carne, lana y de otros productos. Este sistema, tiende a reducir el riesgo de incendios forestales, favorece el acceso al rodal y previene la invasión y competencia de las malezas (Sotomayor 1989; Cabrera, 1991).

2.6 Experiencias silvopastoriles en Chile

En Chile las experiencias en sistemas silvopastoriles no son muchas, sin embargo, la investigación se ha distribuido a lo largo de las distintas situaciones ecológicas que presenta el país. En la I Región, en la zona de tendencia desértica, específicamente en la "Pampa del Tamarugal", se encuentra un sistema silvopastoril monoestratificado a base a especies del género *Prosopis*. Se estima que este sistema, puede soportar, en promedio, una carga animal de 0.5 ovinos/ha, alimentadas del follaje y frutos de *Prosopis tamarugo* (Phil), *Prosopis chilensis* (Mol) y *Prosopis alba* (Burón, 1987; Squella y Soto, 1993).

En la zona de tendencia mediterránea árida y semiárida, se presentan dos sistemas silvopastoriles. El primero, compuesto por pradera anual mediterránea

y especies del género *Atriplex*, se encuentra en la franja litoral de la IV Región. Presenta una producción ovina con base en los aportes de forraje constituidos por la pradera mediterránea y los arbustos forrajeros. La carga animal que soporta el sistema varía desde 0.83 ovinos/ha en un año muy seco, hasta 0.99 ovinos/ha en años extremadamente lluviosos (Burón, 1987)

El otro sistema, es biestratificado con base de pradera natural mediterránea y espinal de *Acacia caven*. En este caso, la base de la alimentación del ganado es el recurso pratense, sin embargo, el espino constituye una fuente adicional de alimento para los animales a través del ramoneo (Olivares et al., 1983; Squella y Soto, 1993).

Se ha comprobado que existe una estrecha relación entre la pradera y la presencia del espino, ya que por ser el árbol una leguminosa, fija nitrógeno y favorece al componente herbáceo. También, se ha podido constatar, que la cobertura y composición botánica de la pradera es beneficiada por la presencia del espino (Olivares et al., 1983).

En este sistema, la presencia del árbol no sólo sirve como proveedor de alimento para los animales, sino también tiene efectos favorables sobre la productividad y calidad de la estrata herbácea subyacente a la pradera, mejorando además su composición y estructura (Ovalle y Avendaño, 1984). El espino, por su carácter caducifolio, restituye frecuentemente los componentes organominerales a la estrata herbácea (Squella y Soto, 1993).

En la zona centro sur del país, se encuentran algunos sistemas silvopastoriles asociados a pino insigne. Las investigaciones más importantes han sido realizadas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Universidad Austral de Chile.

En la VI Región, gracias a un convenio CONAF-INIA, existen dos estudios de carácter silvopastoril, uno en la Estación Experimental HIDANGO dependiente

del INIA y el otro en el Centro Experimental Forestal TANUME, dependiente de CONAF VI Región. En estos módulos, se comparan tres tratamientos de pradera en combinación con distintas densidades de plantación de pino insigne, asociados a ganado bovino y ovino, respectivamente (CONAF-INIA, 1984; CONAF-INIA, 1985)

En la VII Región, la Corporación Nacional Forestal inició en el año 1980 experiencias en torno al tema, trabajando en modalidad de parcelas demostrativas, mediante una investigación aplicada. En esta experiencia, el sistema presenta la combinación de pino insigne con ganado bovino. Algunas conclusiones establecidas en 1983, indican que la rentabilidad del sistema silvopastoril es superior a la del sistema forestal (Cornejo, 1983).

A mediados de la década de los setenta, la Universidad Austral de Chile inició, en la X Región, una experiencia en pequeñas superficies con prácticas silvopastoriles. En estas experiencias, se estableció una carga animal de 7 ovinos/ha/año, para condiciones de pradera natural mejorada con trébol subterráneo, con densidades de plantación de *Pinus radiata* que fluctúan entre 1000 y 2000 árboles/ha. En estos ensayos, se pudo comprobar que los ovinos consolidan su posición como mejoradores de la pradera, contribuyen a disminuir el riesgo de incendios forestales, mejoran la estética y suministran abono al bosque (Olivares, 1993).

2.6.1 Interrelaciones entre los distintos componentes

2.6.1.1 Efectos del Bosque en la producción de Forraje

La estrata arbórea juega un rol muy importante en la producción de forraje y, en la mayoría de los casos, condiciona su desarrollo. Por este motivo, se han utilizado diversos parámetros forestales para determinar el efecto del bosque sobre la pradera. Los más usados han sido la densidad del bosque, el área basal, la cobertura de copa y el ordenamiento de los árboles.

Algunos estudios han demostrado que, al aumentar la densidad del rodal y el tamaño de los árboles, disminuye la producción de forraje debido a la competencia que se produce entre el estrato superior (árboles) y el inferior (pradera), principalmente, por radiación solar, agua y nutrientes. La reducción de la radiación está influida por el área foliar, la forma de la copa, el porcentaje de cobertura de copa, la densidad en número de árboles y el arreglo de las hojas, ramas y conos en cada árbol (Sotomayor, 1989). Anderson *et al.* (1988), demostraron en bosques de pino insignie que a medida que aumenta la densidad y edad del rodal, baja la cantidad de luz transmitida a la estrata inferior, lo que produce una reducción de la producción de forraje y en la cantidad de ganado que puede ser sostenido por la pradera (Cuadro 1).

Cuadro 1. Luz transmitida, pasto producido y ganado sostenido, bajo diferentes edades y densidades en rodales de *Pinus radiata*, como un porcentaje de una pradera sin árboles.

Edad (años)	Densidad del Rodal (árb/ha)	Luz Transmitida (%)	Pastura Producida. (%)	Ganado Sostenido (%)
	0	100	100	100
6-7 (*)	100	81	87	82
	300	69	76	73
	0	100	100	100
20 (**)	70	47	67	59
	150	24	39	24

Fuente: Anderson *et al.* (1989).

(*) Ramas laterales podadas a 4 m de altura.

(**) Ramas laterales podadas a 6 m de altura.

La competencia a nivel radical por agua y nutrientes también es importante, hecho que se verifica en el momento de la plantación, ya que las plántulas están sometidas a un alto nivel de estrés cuando la plantación se realiza sobre una pradera establecida. En cambio, la producción de pasto en bosques maduros de baja densidad está sujeta a un bajo nivel de estrés, porque los árboles y la pradera comparten distintas zonas radicales (Sotomayor, 1989). En este contexto, Olivares (1993), en un estudio silvopastoril realizado con pino

insigne en la X Región, indica que el efecto de la densidad de los árboles, sobre la producción y calidad de la pradera natural, no presenta diferencias significativas al expresar el rendimiento en materia seca viva. Sin embargo, observó una tendencia a una mayor producción en aquellas praderas sin árboles (Cuadro 2).

Otro parámetro importante estudiado es la cobertura de copa, que relaciona densidad del rodal e indica el grado de intercepción de radiación solar. Pike y Zamora (1982), encontraron que este parámetro fue el mejor indicador de producción de la pradera, superior al área basal y al número de árboles.

Cuadro 2. Producción anual de forraje en los distintos módulos de un sistema silvopastoril en la Décima Región.

Densidad de plantación (árb/ha)	Materia seca total (kg/ha)	Materia seca viva (kg/ha)
Pradera sin árboles	2,995	2,036
Pradera con 260 árb/ha	1,446	1,780
Pradera con 500 árb/ha	1,903	2,440

Fuente: Adaptado de Olivares (1993).

La densidad del bosque y la cobertura de copa, no son los únicos factores que determinan el rendimiento de la pradera. El diseño inicial de una plantación o el espaciamiento, juega un papel importante en el desarrollo de la estrata herbácea. Sotomayor (1989), reconoce dos formas de plantación usadas en sistemas silvopastoriles: mixtas y zonales. Los sistemas mixtos son aquellos en los cuales la distribución de los árboles es uniforme sobre la pradera. Los sistemas zonales, se presentan cuando los árboles y la pradera se encuentran creciendo separadamente, pero adyacentes el uno de otro. Este sistema, ha sido ampliamente usado y ha reportado ventajas en su manejo y en términos productivos, ya que optimiza la distribución de los árboles con respecto al sitio, proporciona una protección adecuada al suelo y al ganado; y facilita el acceso de distintos tipos de maquinarias.

Lewis *et al.* (1985), estudiaron en bosques de *Pinus ellioti*, el efecto de la distribución de los árboles en la producción de forraje y reportan un importante efecto de la distribución espacial sobre la producción de la pradera, e indican que se obtiene una mayor producción de forraje cuando se usan dos hileras de plantación con un amplio espacio entre ellas (26.8 m), lo que resulta muy superior al sistema de plantación tradicional (2.4x3.6 m), con más del 120% de producción de forraje. Esto lo explican por el efecto de la cobertura de copa, ya que en el sistema tradicional el área de pradera que queda bajo la copa es de un 100%, mientras que en el otro tratamiento sólo es de un 20% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Configuración espacial, cobertura de copa y rendimiento en forraje en plantaciones de *Pinus elliotii*, a los 13 años, plantados en hileras simples y dobles a una densidad inicial de 1120 árboles/ha.

Configuración espacial (m)	Área bajo la copa (%)	Área sin cobertura (%)	Rendimiento forraje (kg/ha)
Hilera simple 2.4x3.6	100	0	1,275
Hilera simple 1.2x7.2	53	47	607
Hilera simple 0.6x14.4	29	71	1,197
Hilera doble (1.8x2.4)x7.2	60	40	1,509
Hilera doble (1.2x2.4)x12.0	44	56	1,416
Hilera doble (0.6x2.4)x26.8	20	80	2,882

Fuente: Adaptado de Lewis *et al.* (1985).

2.6.1.2 Efectos del bosque sobre la producción ganadera

Muchos ganaderos consideran que la salud del ganado en invierno es mejor en bosques que en praderas abiertas, debido a que los bosques resguardan al ganado de los vientos y las heladas, lo que permite obtener una mayor tasa de sobrevivencia de corderos y terneros (Beberage y Nowles, 1972).

La vegetación arbórea provoca un microclima sobre la pradera, lo que resulta beneficioso para la sobrevivencia del ganado, registrándose un bajo porcentaje de mortalidad neonatal en corderos (Sobarzo, 1982).

En Chile, Olivares (1991), reporta que algunas observaciones experimentales efectuadas en un espinal, indican que cuando el área destinada para el período de pariciones dispone de una masa arbórea con buena densidad y formación, disminuye la muerte de corderos recién nacidos. De esta forma, la estrata arbórea es un factor importante en el aumento del porcentaje de pariciones. Además, señala que la presencia de sombra para los animales en el período estival reduce en, aproximadamente, un 20% el consumo de agua de bebida, factor que adquiere gran importancia en aquellos ambientes donde el agua es un recurso escaso.

2.6.1.3 Efectos del ganado sobre la producción forestal

El principal efecto del ganado sobre la estrata arbórea, se registra principalmente en los primeros estados de desarrollo de la plantación, producto del ramoneo que efectúa el ganado, lo que repercute negativamente en la sobrevivencia de las plantas. Este hecho, ha motivado algunos científicos a realizar estudios tendientes a determinar el momento mas adecuado para ingresar los animales al sistema. Padilla (1995), indica que en plantaciones de pino insigne en la sierra ecuatoriana y en el Perú, se debe esperar que los árboles alcancen tres a cuatro metros de altura para que el animal no interfiera en el crecimiento del componente arbóreo. Esto mismo es reportado por Carbone (1983), para ganado bovino. Sin embargo, Cornejo (1987) reporta que es posible ingresar ganado bovino en plantaciones cuando estas han llegado a una altura de 1.5 m. En este estudio, realizado en la VII Región de Chile, se señala que el daño producido al ingresar animales con esta altura de las plantas, es de un 7.5%, lo que se considera poco significativo.

En el sistema silvopastoril de TANUME, Burón (1987) menciona, que no se registraron daños significativos en las plantas después del ingreso de los animales. En este caso, el ramoneo en brotes laterales alcanzó alturas de 1 a 1,1 m y los árboles se recuperaron rápidamente. El mismo autor determinó que

el daño al ápice ocurrió con la mayor capacidad de carga (24 borregos/ha), sin embargo, sólo fue de un 8% (con una altura máxima de daño de 105 cm).

Sotomayor (1990) recomienda para plantaciones nuevas, un pastoreo antes y después de la formación de las yemas, ya que el ramoneo en árboles jóvenes es generalmente mayor sobre las partes nuevas y succulentas de los árboles. Así mismo, es importante considerar que el daño en las plantas está directamente relacionado con la calidad y palatabilidad de la pradera, ya que a menor palatabilidad mayor es el ramoneo en los árboles. Esto mismo sucede si la pradera es de mala calidad.

Peñaloza *et al.* (1983), en un estudio realizado en la Décima Región, registraron daños menores provocados por el ganado en la plantación, debido a la buena disponibilidad pradera. Además, observaron algunos ovinos rascarse en los pinos, debido a la presencia de ectoparásitos en la lana.

2.6.1.4 Efectos sobre la calidad de la madera

Sotomayor (1989), señala que la baja densidad usada en sistemas silvopastoriles repercute negativamente en la calidad de la madera, ya que se forman ramas de grandes diámetros, lo que produce un incremento en el cilindro central nudoso. Considerando este efecto, es fundamental realizar podas frecuentes cuando se tiene como objetivo producir madera libre nudos. Este hecho ha sido observado en el sistema silvopastoril de TANUME, en la Sexta Región del país.

En la Décima Región, en plantaciones silvopastoriles con pino insigne, con densidades de 1000 y 2000 árb/ha, se determinó, que la calidad de la madera de los árboles sometidos a un sistema silvopastoril, no es inferior a la madera obtenida bajo manejo tradicional, sino más bien presenta menores propiedades debido a una formación mas rápida de la madera (Garrido, 1989).

2.6.2 Manejo de sistemas silvopastoriles

En general, los sistemas silvopastoriles implican una intensidad de manejo superior a cualquiera de sus componentes por separado, ya que constantemente se debe regular la densidad y cobertura del estrato arbóreo, para mantener el óptimo equilibrio entre la producción de forraje y la producción forestal (Melo, 1989).

2.6.2.1 Manejo forestal

Durante la rotación forestal, existen importantes decisiones que deben ser tomadas y que afectaran el desarrollo y rendimiento del bosque, la producción de forraje, carne, lana y otros productos secundarios. Estas decisiones incluyen el tipo de preparación de suelo, la densidad de plantación, el momento y el número de podas y raleos, la fertilización, entre otras (Sotomayor, 1989).

2.6.2.2 Requerimientos y preparación del sitio

Para establecer sistemas silvopastoriles, el sitio debe reunir condiciones que permitan la coexistencia entre la plantación forestal y el ganado. Estas condiciones están referidas a la topografía, el clima y a condiciones edáficas y vegetacionales. También, se deben considerar las aguadas que tenga el terreno, para proveer de agua a los animales (Cornejo, 1983).

La preparación del sitio es una de las decisiones más importantes para minimizar la mortalidad de las plantas, reforzando el prendimiento e incrementando el crecimiento de los árboles, al disminuir la competencia con otro tipo de vegetación (Sotomayor, 1989). Para reducir esta competencia, se recomienda el uso de los métodos manual, mecánico, químico o una combinación de ellos. Entre los métodos mecánicos se pueden utilizar el rastreo, discado, rastreo con rodillo quebrador, arado en líneas o fajas en curvas de nivel. Este tratamiento elimina la vegetación competitiva, destrozando la biomasa emergente y rompiendo y dejando al aire las raíces de las plantas indeseables. Además, reduce la compactación del suelo y favorece

el establecimiento de la plantación. Por otra parte, cuando existen praderas establecidas, la competencia es muy significativa, por lo tanto, es esencial reducir o eliminar la competencia utilizando herbicidas, pastoreo fuerte o quemas. Finalmente, se recomienda usar plantas grandes y genéticamente mejoradas para reducir la mortalidad, aumentar el crecimiento y obtener madera de mejor calidad (Sotomayor, 1989).

2.6.2.3 Diseño y densidad de plantación

En sistemas silvopastoriles, la producción forrajera está ligada a la disponibilidad de luz de la pradera, por lo tanto, el diseño y la densidad de la plantación son fundamentales para un buen funcionamiento del sistema.

Como se señaló anteriormente, se han utilizado distintas densidades de plantación y diseños en sistemas silvopastoriles. Cuando se maneja el sistema para producción forestal y forraje, es preferible usar espaciamientos amplios, que reduzcan la competencia entre los estratos vegetacionales. Estos espaciamientos, permiten un fácil acceso para la siembra, fertilización y cosecha, además los rodales permanecen más tiempo abiertos, lo que prolonga la producción de pasto, minimiza el número de raleos no comerciales y reduce la cantidad de desechos por poda y árboles volteados prematuramente.

Peñaloza *et al.* (1983), señalan que los rodales de pino insigne dispuestos en hileras, le proporcionan a los animales una adecuada protección contra el viento, lluvia y sol, especialmente a los corderos recién nacidos, disminuyendo la mortalidad neonatal. Por otra parte, este sistema aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo, lo que permite aumentar la senescencia de la pradera.

Finalmente, se recomienda plantar los árboles siguiendo la orientación nortesur, con el objeto de permitir el ingreso de una mayor cantidad de luz a la

pradera. De esta forma, la disposición de las hileras será perpendicular al movimiento del sol y consecuentemente, se producirá un menor sombreado entre las hileras (Sotomayor, 1989).

2.6.2.4 Tratamientos silviculturales

En los sistemas forestales, las podas tradicionalmente tienen como finalidad, obtener madera libre de nudos y los raleos, permiten concentrar el crecimiento en determinados ejemplares. En los sistemas silvopastoriles, estos tratamientos tienen como objetivo principal, la perpetuación de la producción forrajera, asegurando la disponibilidad de luz para la pradera, manteniendo implícitos los objetivos tradicionales. Además, la necesidad de realizar tratamientos silviculturales depende de la densidad inicial, hábito de crecimiento de los árboles, objetivo del proyecto y balance productivo esperado (Padilla, 1995).

En la medida que el bosque se desarrolla, llega un momento en que se produce una competencia natural entre el dosel superior e inferior, bajo y sobre el suelo (Sotomayor, 1989). En estos momentos, es fundamental llevar a cabo actividades silviculturales para mantener la producción del sistema. La competencia bajo el suelo por espacio, agua y nutrientes, ocurre desde los primeros estados de desarrollo de la plantación, hasta que el sistema radicular de los árboles, alcanza suficiente profundidad para minimizar la interacción, con el sistema radicular de la vegetación competitiva. La competencia sobre el suelo comienza con el cierre del dosel del bosque, lo que reduce la disponibilidad de luz para el dosel inferior (Sotomayor, 1989), por lo tanto, es fundamental asegurar que la pradera disponga de suficiente luz para su desarrollo (Cornejo, 1983; Padilla, 1995).

Las distintas investigaciones destinadas a determinar el momento adecuado para realizar las intervenciones silvícolas, indican que el principal factor a considerar para la realización de estas actividades, es la disponibilidad de luz del dosel inferior.

Padilla (1995), reporta para sistemas silvopastoriles, podas a los 4 y 12 años (a 2.5 m y 7 u 8 m) en pino insignie y a los 3 y 12 años (con las mismas alturas de corte) en pino patula. Además, determinó que al aumentar la intensidad de raleo, aumenta la producción de forraje (Cuadro 4).

En los tratamientos analizados (podas y raleos), el autor recomienda eliminar los desechos para evitar que cubran la pradera y se pierda superficie productiva. Para prevenir esto, Sotomayor (1989) propone reducir a un mínimo la densidad inicial de plantación (cuando esto no interfiera con los objetivos de manejo), realizar podas y raleos tempranos (para evitar una acumulación de desechos), disminuir los raleos a desecho (utilizando árboles mejorados genéticamente) y remover los desechos (mediante quemas o mecánicamente).

Cuadro 4. Comparación de la producción herbácea bajo distintas intensidades de raleo en un sistema silvopastoril con *Pinus radiata*.

Densidad Inicial (árboles/ha)	Densidad después de raleo (árboles/ha)	Intensidad de raleo (%)	Materia seca de hierbas (kg/ha)
1,475	605	58.98	9.96
1,050	800	23.81	5.84
1,450	1,400	3.44	5.36

Fuente: Adaptado de Padilla (1995).

2.6.3 Manejo de la pradera

La densidad del bosque tiene fuerte incidencia en la producción de la pradera, por lo tanto, en la selección de especies forrajeras para sistemas silvopastoriles se debe favorecer el uso de especies tolerantes a la sombra y a la competencia directa producida por los árboles (Sotomayor, 1989). El mismo autor, señala que el Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) es una especie adecuada para sistemas silvopastoriles, debido a su tolerancia a ambientes sombríos, capacidad de fijar nitrógeno, potencialidad de resiembra y resistencia y estímulo ante el pastoreo. Asimismo, indica que la fertilización de la pradera es

importante, porque incrementa la producción de forraje y favorece la productividad del bosque, a través del aumento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

La adición de diferentes elementos minerales posibilita un mayor crecimiento de las copas y finalmente en volumen. Este hecho fue comprobado por Varas (1996) en TANUME. Este autor, determinó diferencias de hasta un 12%, en el DAP de los árboles ubicados en los módulos con fertilización anual, comparados con los árboles ubicados en los módulos sin fertilización. Lo mismo observó en el crecimiento en altura.

2.6.4 Manejo animal

La selección del tipo de ganado que se puede utilizar en un sistema silvopastoril, está determinado por el recurso pratense existente, las condiciones de mercado y las preferencias del usuario (Sotomayor, 1989). En los sistemas con ganado bovino, se recomienda utilizar razas ganaderas rústicas, que se acomoden a la situación presente en el sector (Cornejo, 1983).

Como ya se mencionó, es importante determinar el momento más oportuno para ingresar los animales al sistema, sin embargo, también se debe mantener un equilibrio entre la cantidad de animales y la producción de forraje de la pradera, favoreciendo, en los primeros años, el establecimiento de la plantación por sobre la producción animal. Una vez que la plantación forestal se ha establecido, la carga animal debe ser manejada de acuerdo al forraje que produce la pradera, considerando que a medida que el bosque crece, la producción pratense disminuye, debido al cierre de dosel (Sotomayor, 1990).

En sistemas silvopastoriles de pino insigna con praderas naturales en Ecuador, Padilla (1995), registró capacidades de carga de 2 ovinos/ha/año para sitios pobres y de 8 a 10 ovinos/ha/año en los mejores sitios. Peñaloza *et al.* (1983), reportan una carga animal de 6-8 ovinos/ha/año en un sistema silvopastoril con

pino insigne, en la Décima Región de Chile, sometidos a una combinación de potreros de pradera natural y trébol subterráneo.

Squella y Soto (1993), en un sistema silvopastoril con pino radiata en la Estación Experimental HIDANGO VI Región, reportan una carga animal (registrada durante los años 1988-1992) de 1.77 equivalente ovino (EO) por hectárea al año, lo que representa un 79% de la carga animal de un sistema de producción ovino en condiciones similares y sin plantación forestal. De esto último se puede deducir que la plantación forestal reduce la superficie de pastoreo en un 21%.

2.7 Antecedentes generales del espino

El espino es una de las especies más promisorias del bosque seco de Sudamérica. Se presenta en forma natural en Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. En Chile, se encuentra a lo largo de 1,000 km, cubriendo cerca de 3,800,00 ha. Gran parte de los bosques de espinos (conocidos como espinales), están muy degradados debido a su tala para habilitar terrenos con fines agrícolas.

La diversidad de usos de la especie y su gran nobleza, han motivado a muchos científicos llevar a cabo estudios en distintos niveles, descubriendo que el árbol posee un alto potencial para atenuar los problemas de abastecimiento de forraje y energía. También se ha demostrado que la especie presenta características sobresalientes cuando participa en sistemas silvopastoriles, debido a que fija nitrógeno, favorece la formación de un microclima benigno para el desarrollo y producción de la pradera y para los animales. Además, su madera, flores, semillas, follaje y frutos poseen características extraordinarias. La especie se distribuye naturalmente en gran parte de la Comuna de Pumanque, y forma parte de los sistemas agroforestales existentes, por lo tanto es importante conocer los estudios que se han llevado a cabo sobre el árbol.

2.7.1 Descripción de la especie

El espino, es una leguminosa que se desarrolla como un arbusto y también como árbol. En la actualidad alcanza alturas de hasta 8 m, aunque en el pasado, cuando la especie no era explotada, podía llegar hasta los 10 m (Benoit, 1993).

Su tronco no supera los 2 metros, es de forma recta y posee una corteza de color negro ceniciento (Benoit, 1993). Su madera es muy dura, presenta una marcada diferencia entre albura y duramen, con una coloración blanco-amarillento y castaño rojizo, respectivamente, de textura heterogénea con fibras entrelazadas y oblicuas (Gutiérrez *et al.*, 1989).

Su copa es casi semiesférica, sus ramas son gruesas, de color negro ceniciento (Benoit, 1993), tortuosas, estriadas y pardas. Las ramillas son flexibles, nudosas, con espinas estipuláceas, delgadas, de tamaño variable (5-25 mm), muy agudas (Rodríguez *et al.*, 1983).

Las hojas, ligeramente pubescentes, son compuestas, bipinnadas, de 20 a 45 mm de largo. Posee flores hermafroditas, amarillas, muy perfumadas, agrupadas en glomérulos densos de color dorados de 10 mm de diámetro (Benoit, 1993). Su fruto es una legumbre gruesa, de color negro, indehiscente, de consistencia leñosa, con un gran contenido de taninos, mide de 2 a 9 cm de longitud y contiene un número de semillas variables dispuestas en 4 hileras dentro de un tejido esponjoso (Benoit, 1993; Donoso, 1978).

2.7.2 Distribución natural

El espino es una especie nativa de la zona cálida de Sudamérica, incluyendo a Chile, Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (Benoit, 1993). En Chile la especie está presente en más de 3,800,000 de ha (Gajardo, 1983), distribuidas en las laderas orientales de la cordillera de la costa, en el valle central y en la precordillera andina (Rodríguez *et al.*, 1983), desde el valle del Río Copiapó

(27°21'S) hasta el Río Laja (37°S) (Donoso, 1978), entre los 60 y 1,200 msnm (Benoit, 1993).

2.7.3 Requerimientos ambientales

El árbol, normalmente se desarrolla en vertisoles ricos en arcillas y cal (Gajardo, 1983), adquiere muy buen desarrollo donde se presentan condiciones de suelos planos o con escasa pendiente (menores al 30%) y algunas veces ondulado y de profundidad media a alta (Vita, 1989). Sin embargo, también se adapta en laderas bastante inclinadas, con alto grado de erosión, en donde su crecimiento es más lento y no alcanza grandes tamaños (Donoso, 1978).

2.7.4 Fenología

La floración de la especie es precoz y muy abundante. Se inicia antes de la aparición de las hojas en el mes de agosto y se prolonga hasta noviembre (Estévez y Castillo, 1988). La maduración de los frutos ocurre en los meses más calurosos del año, especialmente enero y febrero (Benoit, 1993).

2.7.5 Hábitat

La especie, constituye parte importante de una sucesión vegetal descrita por Gajardo (1983), como la subregión de "Matorrales y Bosques Espinosos", cuya composición y estructura tienen su origen en la intervención antrópica, acción que se observa al presentarse ejemplares más pequeños y desarrollados a partir de rebrotes de tocón (Donoso, 1982). Se ha postulado que la presencia del espino como especie dominante en esta formación, representa una etapa final de equilibrio natural inferior al equilibrio clímax (Olivares y Gastó, 1971) y su presencia sería fruto de la destrucción parcial o total del bosque natural dominado principalmente por *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica* (Gajardo, 1983; Quintanilla, 1981). Los espinos, en los sectores no intervenidos, presentan una estructura de árbol, con un solo tronco proveniente de semilla, o renovales con estructura de monte bajo.

En los sectores cultivados, a través de uso de rotaciones cortas o recientemente explotados para carbón, los árboles presentan una estructura de monte bajo o matorral ralo abierto. Los recubrimientos dados por esta formación son muy variables y oscilan entre un 5% y 80%, con una clase predominante del 5 al 30%, con alturas que varían de 1m o menos (renovales de rastrojo después de cultivo), hasta 6 u 8 metros en los bosques.

En la actualidad, el espinal se encuentra asociado a una estrata herbácea, que debido al mal manejo y, sobre todo, a su tala para el cultivo de cereales, se presenta muy degradada, con un escaso valor (Olivares *et al.*, 1988). No obstante, se ha comprobado que su potencial productivo es muy superior (Olivares y Gastó, 1971). A lo largo de la distribución natural del espinal, existe una gran variabilidad ambiental y la estructura y composición florística de la pradera es muy heterogénea, lo que ha hecho difícil obtener antecedentes que permitan tener una visión general sobre los diferentes tipos de comunidades vegetales existentes (Squella y Soto, 1993).

2.7.6 Formas de usos y productos

2.7.6.1 Flores

Las flores del espinoso poseen un excelente aroma, lo que las hacen potencialmente útiles en la fabricación de perfumes y en apicultura (Vita, 1989). Olivares y Ortiz (1991) y Ortiz (1990), estudiaron la influencia del hábito de crecimiento del árbol sobre la producción de flores y frutos. Los autores indican, para un matorral de monte bajo, un incremento en la producción de flores al aumentar el número de vástagos del árbol. Así mismo, reportan una producción promedio de los árboles cercana a las 66.000 flores.

2.7.6.2 Frutos y semillas

Los frutos y semillas constituyen una alternativa como complemento de la alimentación animal (Olivares y Ortiz, 1991; Olivares, 1991). Las semillas peladas presentan un nivel proteico aproximado de 48.7% y un 7.7% de

materia grasa y otros elementos podrían constituirse en materia prima para la elaboración de harinas de alto contenido proteico.

La testa y vaina tienen un contenido de almidón que oscila entre el 27 y el 34% y un 27 y 29% de fibra (Estévez y Castillo 1988). Se ha determinado que la producción de frutos depende del número, largo y diámetro basal de las ramas principales. Ortiz (1990) reporta para un espinal ubicado en la Región Metropolitana de Chile, una producción media de 1,000 frutos por árbol.

2.7.6.3 Madera

La madera del árbol se utiliza en artesanía popular, tornería, estacas y postes, y especialmente como combustible en la fabricación de carbón vegetal de excelente calidad (Rodríguez *et al.*, 1983; Donoso, 1978).

Características de la madera: La madera es dura, resistente a la degradación, normalmente presenta un contenido de humedad cercano al 100% y una densidad básica de 0.58 g/cm³. Sufrir fuertes deformaciones, rajaduras y grietas en el secado natural, con tiempos largos de exposición para lograr el contenido de humedad en equilibrio correspondiente al medio (Gutiérrez *et al.*, 1989).

Estos autores determinaron que el secado natural de la madera a un 30% de contenido de humedad y 5 mm de espesor, demora al aire libre de 5 a 7 meses, en cambio, en el secado artificial para el mismo espesor, tardaron de 8 a 10 días a partir de un 35% de contenido de humedad inicial y de un 20% final.

Leña y carbón: Los estudios de evaluación de producción de la especie se han referido básicamente a los dos productos más importantes, leña y carbón. La mayor atención se ha puesto en la confección de tablas de crecimiento y en la determinación del poder calorífico de la madera (Prado *et al.*, 1988). En este contexto, Oyarzún y Palavicino (1984), llevaron a cabo un estudio en un espinal ubicado en la IV Región. Estos autores, a través de una muestra de 18

ejemplares, determinaron funciones de producción de biomasa para la especie (Cuadro 5).

Cuadro 5. Funciones de producción de biomasa para el espino.

LN (PST)	= -2.598914 + 2.021527 LN (DB)
LN (PSR)	= -3.407963 + 2.368579 LN (DMC)
LN (PSR1)	= -1.476504 + 0.943813 LN (DB)
LN (PSTOT)	= -1.968267 + 1.891121 LN (DB)

Donde:

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

Fuente: Oyarzún y Palavicino, 1984.

Además, reportan un peso seco total medio de 70.8 kg, en donde 83.3% correspondió al tronco, 9.9% a las ramas y 6.8% a las ramillas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Peso seco total para *Acacia caven*.

Diámetro de copa (cm)	Peso seco total (kg)
40	1.92
100	10.87
160	26.44
220	48.29
280	76.20
340	110.00
400	149.58
460	194.84

Fuente: Oyarzún y Palavicino, 1984.

En otro estudio donde se necesitaba establecer diferentes coberturas con esta especie, con el propósito de analizar la respuesta de la pradera, se indica que al eliminar un 80% de la cobertura del espinal, se logró obtener 85.5 ton/ha de leña, las que se transformaron en 17.9 ton/ha de carbón (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción de leña y carbón de *Acacia caven* según grados de eliminación de cobertura.

Eliminación de Cobertura (%)	Producción de Leña/Carbón (Ton/ha)	Relación Leña/Carbón
80	85.5/17.9	4.77/1
50	32.6/6.8	4.79/1

Fuente: Trucco, 1985.

Gajardo y Verdugo (1979), evaluaron el rendimiento del espinillo en el secano interior de la V Región del país. Los autores confeccionaron tablas del peso de carbón de espinillo considerando el número de ramas aprovechables (Cuadro 8)

Cuadro 8. Peso de Carbón de *Acacia caven*, considerando 2 ramas aprovechables.

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: Gajardo y Verdugo, 1979.

Alvarado (1990), indica que el hábito de crecimiento también es un factor determinante para la obtención de una mayor productividad en leña, lo que puede servir como pauta para efectuar un manejo de retoños de espinillo. El autor reporta para la especie, que los mayores volúmenes se logran al dejar seis o más vástagos por árbol, con una altura media de 4,22 metros (Cuadro 9).

Por otra parte, la especie posee un excelente poder calorífico. Gajardo y Verdugo (1979) determinaron un poder calorífico superior para leña (PCS) de 4,642 kcal/kg y de 7,496 kcal/kg para carbón vegetal. Prado *et al.* (1988), reportan valores de PCS de 4,434 y 4,572 kcal/kg e inferiores de 3,150 y 3,268 kcal/kg para madera y ramas respectivamente (Cuadro 10).

Cuadro 9. Rendimiento promedio de leña verde, por individuo de acuerdo a su altura y hábito de crecimiento.

Altura Promedio (cm)	Número de Vástagos			
	1	2 ó 3	4 ó 5	6 ó más
	-----kg-----			
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, 1990.

Cuadro 10. Poder calorífico de *Acacia caven*.

Componente	Poder Calórico (Kcal/ha)	
	Superior	Inferior
Madera	4.434	3.150
Ramas	4.572	3.268

Fuente: Prado et al., 1988.

2.7.7 Ecosistema silvopastoril

Estudios desarrollados en la zona de distribución natural de la especie, reportan un sobresaliente potencial silvopastoril. La presencia del árbol no sólo sirve como proveedor de alimento para los animales, sino también, tiene efectos favorables sobre la productividad y calidad de la estrata herbácea subyacente a la pradera, mejorando además, su composición y estructura (Trucco, 1985; Ovalle y Avendaño, 1984; Cornejo y Gándara, 1983). El Espino, al margen de ser leguminosa que fija nitrógeno, por su carácter caducifolio, restituye frecuentemente los componentes organominerales a la estrata herbácea (Squella y Soto, 1993).

Si bien el recurso pratense es una base para la alimentación del ganado, el espino constituye una importante fuente adicional de alimento para los

animales a través del ramoneo. Especial relevancia adquiere este recurso durante el período estival cuando la pradera anual se encuentra completamente senescente y con su valor nutritivo más bajo.

Este problema se hace más manifiesto durante el otoño (baja disponibilidad de forraje), previo a la lluvia efectiva y, sobre todo, cuando el inicio de las lluvias se retrasa (Olivares, 1989).

Además, en Chile se ha observado que la fenología del árbol (primavera-verano-otoño), está retardada con relación al desarrollo de la pradera (otoño-invierno-primavera), lo que junto a una estructura de dosel arbóreo poco denso, permite la penetración hacia la superficie del suelo de una adecuada luminosidad, facilitando con ello la presencia y desarrollo de especies herbáceas de alta calidad y producción (Squella y Soto, 1993).

2.7.7.1 Efecto de la cubierta arbórea sobre la pradera

A objeto de determinar las tendencias de comportamiento de la pradera natural por efecto de la cubierta arbórea, algunos autores estudiaron el cambio de la producción de forraje de la pradera con relación al recubrimiento de los árboles. Ovalle y Avendaño (1984), encontraron una relación directa entre el grado de cobertura del dosel de *Acacia caven* y la producción de fitomasa herbácea factible de ser canalizada hacia el ganado (Cuadro 11).

Esta relación difiere a la obtenida por Olivares, Cornejo y Gándara (1983) y Cornejo y Gándara (1980), quienes al comparar distintas coberturas del espinal (0, 30, 60 y 100%) reportan la máxima producción de la pradera con una cubierta de 30%. Lo anterior está indicando que, para definir un criterio de densidad óptima, además de considerar el porcentaje de recubrimiento de las copas, se debe definir la densidad de la copa de cada árbol, que está en directa relación con la cantidad de luz que intercepta.

Cuadro 11. Producción de materia seca de la pradera de acuerdo al porcentaje de recubrimiento de espino.

Recubrimiento	Producción de Materia Seca (kg/ha)
30 %	2,780
50 %	3,274
80 %	3,966

Fuente: Ovalle y Avendaño, 1984.

Olivares et. Al (1988), estudiaron la influencia del árbol sobre la estrata herbácea desarrollada bajo la proyección de su copa. Estos autores analizaron la producción de la pradera en función de la orientación de la copa (comparada con la orientación norte), encontrando que la orientación sur tiene mayor producción de materia seca (Cuadro 12).

Cuadro 12. Producción de materia seca promedio en cada orientación, comparada con la orientación norte.

Orientación	Materia Seca (kg/ha)
Norte	1,627
Oeste	1,658
Este	1,847
Sur	2,329

Fuente: Olivares et al., 1988.

Por otra parte, Olivares et al. (1989), al comparar la producción de materia seca en función de la distancia desde el fuste hacia la periferia de la proyección de copa, determinaron que en la zona intermedia (1,5 a 2 m desde el fuste hacia la periferia), existe la mayor producción. Además, reportan que existe un 94% más de materia seca bajo el dosel arbóreo (3.150 kg/ha de producción), que fuera de él (1,630 kg/ha).

Estos mismos autores compararon los datos promedios de los ciclos de desarrollo de la pradera con y sin influencia arbórea, encontrando que la

emergencia de la pradera es similar, en cambio, la senescencia total de la pradera que creció bajo la influencia de la copa del espino, se retrasó en 19 días con respecto a aquella que creció sin cobertura.

2.7.7.2 Efecto de la cubierta arbórea sobre los animales

En gran parte de la región donde domina el espinal, se presenta una gran oscilación térmica diaria y estacional. En invierno son frecuente las mínimas inferiores a 0 °C y en verano las temperaturas máximas superan los 30 °C.

En Chile el manejo de ovinos en este ambiente se planifica de acuerdo a la curva de disponibilidad de la pradera, la que determina un período de pariciones para cuando la pradera ha comenzado su ciclo natural, coincidiendo con el período frío del año. Como consecuencia de lo anterior, los vientres y sobre todo los corderos recién nacidos, sufren el rigor de las bajas temperaturas y es corriente encontrar que el porcentaje de mortalidad de corderos aumenta en la medida que el rebaño no está en un lugar protegido.

De acuerdo a observaciones experimentales efectuadas, cuando el área destinada para el período de pariciones dispone de un espinal con buena densidad y formación, disminuye significativamente la muerte de corderos recién nacidos. De esta forma la estrata arbórea ha sido un factor importante en el aumento notable del porcentaje de pariciones (Olivares, 1991).

Aquellos animales que en el período estival no cuentan con protección están expuestos a temperaturas varios grados superior a la media del lugar, lo que se refleja en su comportamiento. Es corriente observar que cuando los animales no cuentan con alguna protección arbórea, recorren constantemente el campo durante todo el día, con el consiguiente mayor gasto de energía. Aquellos que disponen de espinos para protegerse, sólo lo hacen para recoger su alimento a las horas de menor temperatura, es decir, mientras que el resto del día permanecen en proceso de rumia bajo la sombra del espino (Olivares, 1991).

2.8 Situación agroforestal de la Comuna de Pumanque

El uso ancestral de las formaciones de espino, combinadas con ganado ovino y/o bovino, formando un sistema biestratificado a base de pradera anual mediterránea, es la principal práctica agroforestal conocida en la localidad. No obstante los esfuerzos de algunos investigadores, se observa que los productores mantienen una concepción rudimentaria de manejo animal y silvícola.

El esfuerzo del Estado destinado al desarrollo forestal a través de la dictación de leyes que regulan la explotación de formaciones boscosas nativas, sumado a la incapacidad económica de los productores para cumplir con ellas, a través de la generación de planes de manejo, han provocado que se adicione al sistema silvopastoril, cultivos agrícolas principalmente de trigo, en forma rotacional.

Este mismo esfuerzo legal que subsidia la forestación, ha permitido que muchos terrenos ocupados por los productores para ganadería extensiva y que estaban desprovisto de vegetación, hayan sido plantados con especies arbóreas especialmente de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, las que después de un tiempo, son nuevamente ocupadas para pastoreo, formando sistemas silvopastoriles.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

En la Comuna de Pumanque, existen sistemas agroforestales que presentan un funcionamiento deficiente, debido a la sobreutilización del recurso suelo, producto de la precaria condición socioeconómica que tienen los campesinos y las escasas posibilidades de desarrollo.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Analizar el funcionamiento de los sistemas agroforestales existentes en la Comuna de Pumanque, determinar sus deficiencias y proponer lineamientos generales de mejoramiento.

3.2.2 Objetivos particulares

1. Identificar y caracterizar las fincas existentes en la Comuna que presenten sistemas agroforestales.
2. Analizar la estructura y el funcionamiento de los sistemas agroforestales.
3. Proponer lineamientos generales de mejoramiento para los sistemas agroforestales existentes en la Comuna de Pumanque.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1 Material

4.1.1 Ubicación y Descripción del lugar del estudio

El estudio se llevó a cabo en la Comuna de Pumanque, Provincia de Colchagua, VI Región de Chile. Geográficamente se ubica entre los paralelos 34°29 Sur y entre los meridianos 71°32 y 71°51 30" Oeste (Figura 2).

La Comuna abarca una superficie de 46,209 ha (CIREN, 1991). Presenta suelos predominantemente graníticos y metamórficos, muy susceptibles a la erosión (Novoa, 1987). De acuerdo a un estudio desarrollado por Campos (1991), el 95.4% de los suelos de esta comuna están afectados por procesos erosivos. El régimen hídrico, está determinado por una precipitación media anual de 439 mm, con una estación seca de 6 meses (de noviembre a abril), con junio como el mes más lluvioso (Santibañez y Uribe, 1993).

4.1.2 Fuentes de Información

En conjunto con la información bibliográfica, se emplearon cartas digitalizadas de la Comuna (escala 1: 20,000) confeccionadas por el Instituto Geográfico Militar de Chile, con los límites, topografía, centros poblados, cursos de aguas, toponimia y red caminera. Además, se utilizaron ortofotos escala 1:20,000, con los roles de propiedades y una imagen satelital de la Comuna del año 1993. Las ortofotos se basan en fotos aéreas tomadas por el Servicio Aereofotogramétrico Chileno el año 1978 y actualizadas el año 1996. Éstas son las siguientes: Nilahue Cornejo N°3675, Pumanque N°3704, Embalse Nilahue N°3573 y Palmilla de Pumanque N°3573.

4.1.3 Instrumentos para recolección de información

En la fase de diagnóstico, se realizaron entrevistas a objeto de recolectar información técnico-productiva y socioeconómica de los productores.

VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins



Figura 2. Ubicación del lugar del estudio

4.2 Método

El método empleado, forma parte la metodología elaborada por el ICRAF, conocida como Diagnóstico y Diseño. Esta metodología, fue desarrollada para aplicaciones agroforestales, con énfasis en un diagnóstico comprensible del sistema y está constituida por 5 procedimientos básicos: Prediagnóstico, diagnóstico, Diseño y Evaluación, Planeación e Instrumentación (Nair, 1997). En la presente investigación se utilizaron los dos primeros procedimientos.

4.2.1 Delimitación del universo del estudio

En la primera fase de este estudio (empleando información secundaria y observación preliminar en terreno), realizada en agosto del año 1998, se identificaron los predios de la Comuna que presentaban sistemas agroforestales, determinándose 109 fincas como el universo del estudio. Posteriormente y a través del análisis de la información, se seleccionaron 53 fincas, las que en definitiva forman parte de esta investigación.

4.2.2 Recolección de información

En la fase de prediagnóstico, se confeccionó un esquema de entrevista semiestructurada, el que fue aplicado al jefe de cada unidad familiar (predio). El procedimiento utilizado en la aplicación de las entrevistas, está basado en la metodología Sondeo Rural Rápido (Moncayo, 1991).

Esta metodología, permite obtener información del productor y a la vez, caracterizar los sistemas productivos a través de la observación directa. Además, considera la validación de la información con informantes calificados y contempla la generación de ideas del productor para el mejoramiento de sus sistemas productivos.

La técnica consiste en una serie de preguntas informales realizadas a las familias de la Comuna. Las preguntas son predeterminadas y las entrevistas

son guiadas y se realizan de acuerdo a la dinámica que determine cada conversación.

Las entrevistas fueron realizadas en el mes de septiembre de 1998, por 14 grupos de 3 personas cada uno, bajo la dirección del autor y dos ayudantes. Cada grupo se preparó durante dos meses para la fase de terreno. En este período, los entrevistadores se instruyeron en la teoría agroforestal y la forma de identificar los sistemas agroforestales. Además se prepararon para abordar de la forma más eficiente la entrevista, de manera de obtener buenos resultados. En este último caso, se les advirtió lo siguiente:

- que comenzaran cada entrevista con un saludo, aclarando que el objetivo principal es aprender;
- si dentro de la dinámica de la conversación era necesario reformular alguna (s) pregunta(s), que usaran los ¿qué? ¿cuándo? ¿dónde?, ¿por qué?, ¿cómo?;
- que las entrevistas fueran conducidas de manera informal, con discusiones y observaciones mezcladas con cuestionamientos específicos;
- que no debían sesgar su opinión y su posición debía ser abierta;
- se les recomendó usar un cuaderno de notas pequeño y con tapa dura;
- se les indicó que no debían emitir comentarios respecto a las respuestas;
- que no podían sentarse en lugares altos;
- que adoptaran una posición de alguien que quiere aprender;
- que no debían influir en las respuestas; y,
- que las entrevistas no interrumpieran el diario vivir de la familia.

Posteriormente y a objeto de homogeneizar la información recolectada, cada grupo vació la información en un formulario (Anexo 1), el que fue revisado por el equipo que dirigió el trabajo. Aquellas entrevistas incompletas se volvieron a realizar. Asimismo, el autor corroboró la fidelidad de la información en terreno.

4.2.3 Definición de variables

En la fase de prediagnóstico, se determinaron las variables que permitieron caracterizar los sistemas productivos existentes en cada predio, determinar la condición socioeconómica de los productores y realizar el análisis estructural y funcional de los sistemas agroforestales. Para calcular los valores de algunas variables se definieron de la siguiente forma:

Unidad familiar o grupo familiar: constituidos por todas las personas (familiares o no), que comparten una vivienda, el ingreso y participan en las actividades que dan origen a los sistemas de producción.

Disponibilidad de mano de obra: formada por la mano de obra proveniente del grupo familiar y la mano de obra extrafamiliar. La primera, involucra el aporte de los miembros del grupo familiar cuyas edades fluctúan entre los 14 y 65 años. En este caso, se consideró que la mujer y quienes están fuera del rango aportan 0.5 jornales hombre (J. H.).

La mano de obra extrafamiliar, corresponde a la fuerza de trabajo que no proviene de la familia, la que normalmente la constituye el trabajo pagado en dinero u especies.

Nivel de escolaridad del jefe de familia: en Chile los niveles educacionales tradicionales lo constituye la educación básica que comprende 8 años; la educación media de 4 años y la educación superior que es variable. En este contexto, para medir esta variable se han definido los siguientes indicadores, siempre referidos al jefe de la unidad familiar:

- educación básica incompleta,
- educación básica completa,
- educación media incompleta,
- educación media completa,

- analfabetismo,
- educación superior (completa o incompleta).

Tenencia de la tierra: según diversos autores, se entiende por tenencia de la tierra, los contratos legales o tradicionales bajo los cuales, una o un grupo de personas mantiene derechos sobre el uso de la tierra y el goce de su fruto, o el control de obligaciones en el proceso productivo.

En este contexto se han definido las siguientes categorías:

- individual, que corresponde aquellas unidades productivas donde la tierra es propia, arrendada, proviene de secesiones o goce;
- sólo toma mediería, cuando la tierra proviene exclusivamente de la mediería;
- sólo da mediería, cuando toda la superficie de la finca se da en mediería;
- individual y toma mediería, cuando la superficie de origen individual se complementa con tierras provenientes de la mediería;
- Individual y da mediería, cuando parte de la tierra se da en mediería.

Ingreso familiar: se consideró el ingreso familiar como aquel ingreso bruto predial, conformado por el ingreso proveniente de las actividades productivas desarrolladas en los sistemas de producción y el ingreso extrapredial. Los valores se expresan en Unidades de Fomento (U. F.) del 30 de septiembre de 1998, cuyo valor fue de 14,473.07 pesos (31.04 US\$, al 30/09/1998).

Unidad animal (U. A.): con la finalidad de comparar la presión ejercida por el ganado se utilizó la unidad animal. Para convertir los distintos tipos de ganado a unidad animal, se empleó los estándares usados del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP):

- Bovinos: toros y bueyes (1.4 U. A.), vacas de 500 kg (1.0 U. A.), novillos (0.8 U. A.), vaquillas (0.6 U. A.) y terneros (0.3 U. A.).

- Ovinos: carneros y ovejas (0.12 U. A.) y corderos (0.05 U. A.)
- Equinos: caballos, potros y yeguas (1.2 U. A.), potrillos y potrancas (0.9 U. A.)

4.2.4 Análisis de datos

Cada atributo de la información recolectada, se tabuló y procesó en una planilla de cálculo EXCEL 6.0, configurando una base de datos para responder a los requerimientos provenientes de la resolución de los objetivos del estudio. En general, las variables seleccionadas fueron tratadas a través de promedios y frecuencias simples.

Por otra parte, a partir de la información contenida en las ortofotos, se extrajeron los niveles de información de los límites prediales, utilizando una mesa digitalizadora NUMONIX ACCUGRID. Posteriormente, la información digital fue tratada por medio del software ARCVIEW. En forma adicional, se utilizó la base cartográfica del Instituto Geográfico Militar escala 1:50,000, para completar la base de datos digital requerida (límite comunal, caminos, toponimia, cursos de agua y curvas de nivel). Sobre esta información, se identificaron las fincas contempladas en este estudio.

4.2.5 Análisis estructural y funcional de sistemas agroforestales

Para la caracterización de la familia, se usaron las siguientes variables:

- tamaño de la familia,
- nivel de escolaridad del jefe de familia,
- edad del jefe de familia,
- disponibilidad de la mano de obra.

Para la caracterización de las fincas, se utilizaron se utilizaron los siguientes indicadores:

- superficie,
- características del recurso suelo,
- tenencia de la tierra,
- ingreso familiar.

El análisis estructural de los sistemas agroforestales se desarrolló sobre la base del arreglo de los componentes en espacio y tiempo. Para el análisis funcional de los sistemas agroforestales se describió el uso actual del suelo, la producción, el ingreso bruto por componentes y total, los aspectos tecnológicos asociados a la salida/entrada de insumos/productos y las formas de comercialización de la producción

4.2.6 Orientaciones de mejoramiento

Los lineamientos generales de mejoramiento, se establecieron aprovechando la experiencia de científicos que han experimentado en la localidad en estudio, o ambientes similares, sobre la base de sistemas productivos monoespecíficos.

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Estructura de los sistemas de producción

5.1.1 Características de la unidad o grupo familiar

La unidad o grupo familiar, es la que controla los procesos de producción, asignando y distribuyendo los recursos disponibles de acuerdo a los objetivos de producción y a las limitaciones existentes. Por lo tanto, es necesario realizar una caracterización, para lo cual se utilizaron los siguientes indicadores.

5.1.2 Tamaño de la familia

Del total de familias entrevistadas, el 56.6% presenta transferencia de algún tipo de tecnología y el 43.4 no la presenta. Las familias campesinas que forman parte de este estudio, están constituidas en promedio por 3.7 miembros, antecedente que reafirma lo reportado por Reyes (1997).

El 10.7% presenta un integrante; un 35.7% está compuesto por 2-3 integrantes; el 33.9% de las familias está formada por 4-5 integrantes; el 18.1% de la población entrevistada se ubica en el rango de 6-7 personas y finalmente forman parte del grupo con más integrantes (8-9) sólo el 3.6% (Figura3).

5.1.3 Disponibilidad de mano de obra

La mano de obra disponible por la familia, alcanza en promedio a 2.2 jornales equivalente al año. Esto es ponderando a la mujer por un factor de 0.5 y excluyendo a los niños y adolescentes en edad escolar.

Al realizar el análisis de acuerdo a la existencia o no de transferencia, se mantiene una leve diferencia. En efecto, la ocupación de la jornada en los grupos de productores que poseen transferencia, es levemente inferior (2.1 jornadas equivalentes al año) a aquellos productores que no presentan transferencia (2.4 jornadas equivalentes al año). Aún así, esta diferencia puede

ser explicada por el tamaño promedio del grupo familiar, puesto que el tamaño de la familia de los productores sin transferencia, alcanza en promedio a 4.2 integrantes, a diferencia de aquellos que presentan transferencia, en donde el tamaño medio de la familia, es de 3.5 integrantes.

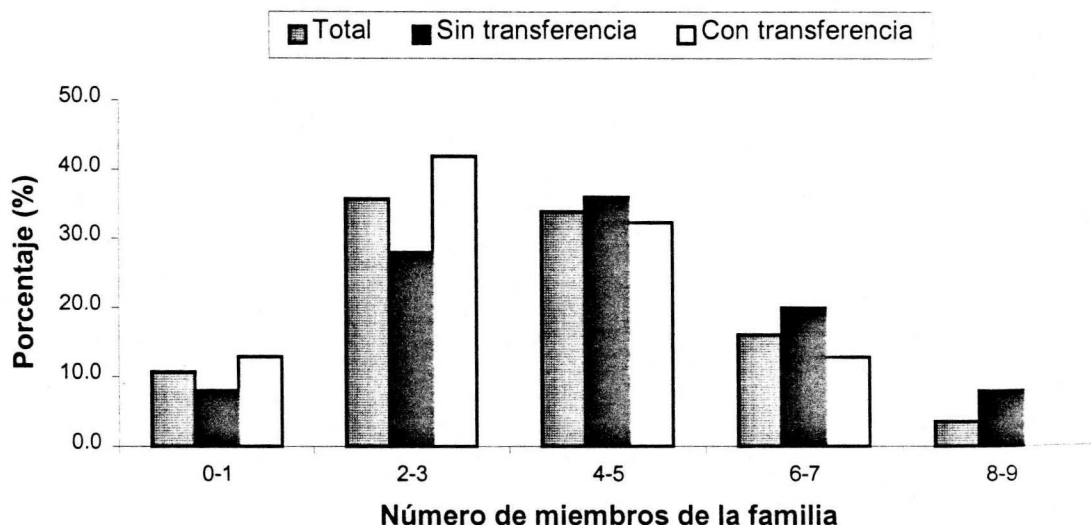


Figura 3. Tamaño del grupo familiar según grupos de productores que están o no con transferencia tecnológica.

5.1.4 Edad del jefe de familia

En general en Chile, la mayor parte de los estudios reflejan que un alto porcentaje de los jefes de las familias campesinas superan los 50 años de edad. En particular, en la sexta región del país, antecedentes entregados por algunos autores indican, que la edad promedio de los jefes de familia es cercana a los 55 años de edad (Chacón, 1981; Reyes, 1997).

En el caso particular de este estudio, la edad promedio de los productores es de 62.2 años, concentrándose el 81.1% de los jefes de hogar, en los estratos de mayor edad (sobre 50 años). Al efectuar el análisis considerando si los jefes de hogar aceptan transferencia tecnológica, se mantiene la tendencia, es decir, la mayoría tienen más de 50 años. Esta situación se agudiza en los jefes de

hogar que no presentan transferencia, porque el 87% de ellos tienen más de 50 años, a diferencia de los que aceptan transferencia, en donde esta cifra llega al 76.6% (Figura 4)

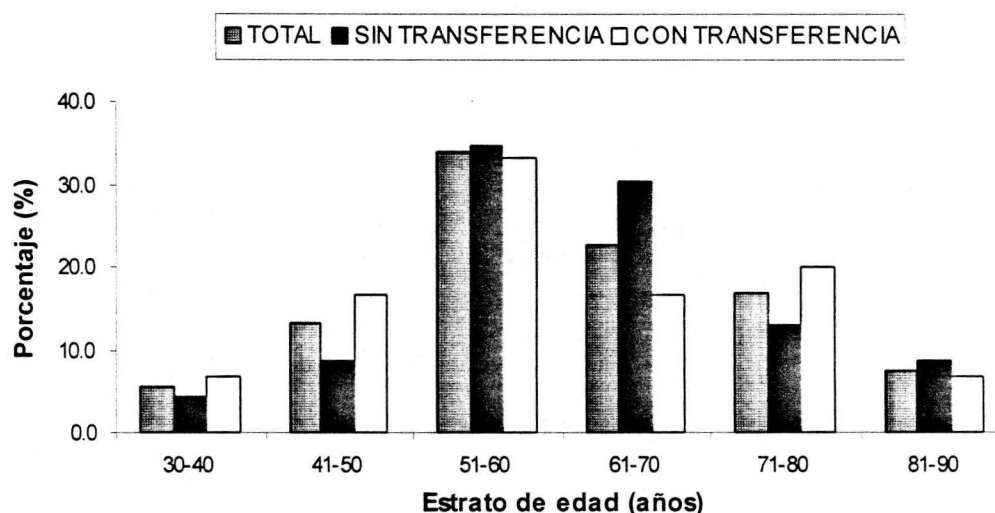


Figura 4. Estratos de edad en que se ubican los jefes de la unidad productiva.

5.1.5 Nivel de escolaridad del jefe de familia

Entre todos los productores entrevistados, no se encontraron casos de analfabetismo o con educación superior. Con relación al analfabetismo, es importante mencionar que la muestra de estudio es atípica, ya que pese a tener la mayoría de ellos avanzada edad, presentan algún grado de educación. Este hecho contrasta con los estudios desarrollados por Chacón (1981), Reyes (1997) y Gálvez *et al.* (1996), quienes reportan niveles de analfabetismo para los campesinos de la región superiores al 20%. El caso referido a la educación superior es más común, debido a la falta de oportunidades que tienen los campesinos y en general, los jóvenes de escasos recursos, para acceder a una instrucción profesional.

Con respecto a los demás indicadores, en la Figura 5 se puede observar que el nivel de educación de los jefes de hogar es muy bajo. El 70% del total posee

sólo parte de la instrucción primaria (educación básica incompleta); un 16% logró completar la educación primaria (es decir 8 años); un 7% dejó sus estudios secundarios (enseñanza media) sin terminar. Finalmente, se observa que sólo el 7% logró terminar la enseñanza media.

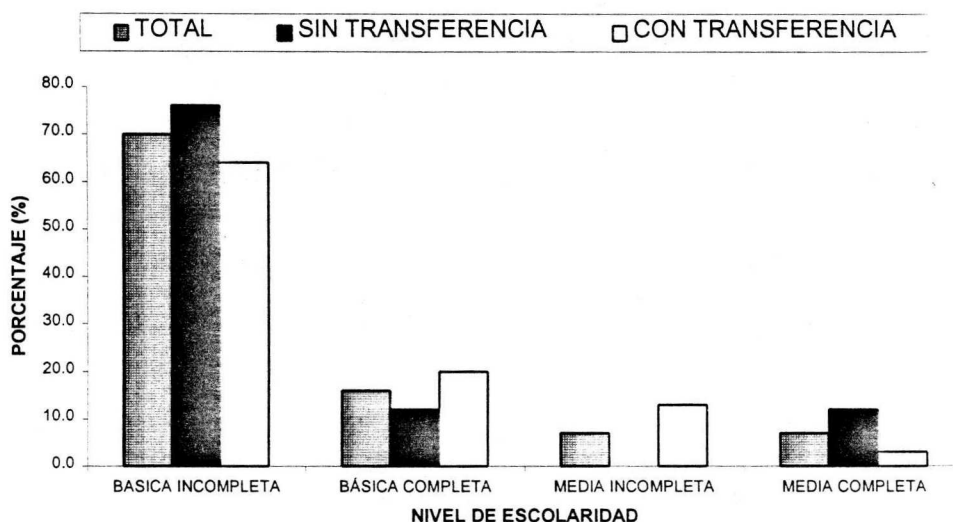


Figura 5. Nivel de escolaridad de los jefes de hogar de acuerdo a su aceptación de transferencia.

Esta situación, es levemente distinta cuando el análisis se realiza en función de la transferencia de tecnología. En este caso, se puede observar que los productores que reciben transferencia tienen un nivel de instrucción levemente mayor. El 36% de ellos, presenta la enseñanza básica completa, a diferencia del 24% de los productores que no poseen transferencia tecnológica. Al revisar estudios anteriores en esta misma zona, se puede que las cifras son muy semejantes. Chacón (1981), reporta para la Comuna de Pumanque, un 32% de jefes de hogar con la enseñanza básica completa. Reyes (1997), presenta antecedentes muy similares. El autor indica que de una muestra de 120 jefes de familias, el 25% completó su enseñanza básica y el 66% posee enseñanza básica incompleta.

5.2 Características de los sistemas de producción

5.2.1 Antecedentes generales

El aspecto más relevante relacionado con la caracterización de los sistemas productivos, es su estructura productiva. En la Comuna de Pumanque, Reyes (1997), realizó esta caracterización y de acuerdo a la diversidad del total de sistemas de producción que estudió, estableció las siguientes estructuras productivas:

- estructura productiva 1: cereales, leguminosas, ganadería y actividades forestales.
- estructura productiva 2: cereales, ganadería y actividades forestales;
- estructura productiva 3: cereales, frutales, ganadería y actividades forestales;
- estructura productiva 4: cereales, leguminosas, frutales, ganadería y actividades forestales;
- estructura productiva 5: cereales.

En este caso, el autor trabajó sobre la base de los subsistemas agrícola, pecuario y forestal, incluyendo en estos subsistemas, los componentes de los sistemas agroforestales existentes. Es decir, para este autor, el subsistema forestal, por ejemplo, está compuesto por el monocultivo agrícola y los árboles que forman parte de los sistemas agroforestales.

La presente investigación, está dirigida a la caracterización de los sistemas agroforestales. Sin embargo, muchas fincas (o predios) presentaron áreas destinadas solamente a actividades agrícolas, pecuarias o forestales, las que son caracterizadas en esta sección.

Los sistemas de producción de los campesinos son muy diversos, tanto en componentes, como en intensidad de trabajo, superficie e inversión. En la

mayoría de los casos contemplados en este trabajo, los productores presentaron los siguientes subsistemas:

- subsistema de cultivos, compuesto por trigo, maíz, avena, garbanzos, lenteja, poroto, tomate y diversas especies hortícolas agrupadas como huerta;
- subsistema frutal, representado por viñedos y limoneros en muy baja escala;
- subsistema pecuario, formado básicamente por bovinos, ovinos, equinos, caprinos, porcinos, aves y esporádicamente abejas;
- subsistema forestal, caracterizado por el aprovechamiento del remanente del bosque nativo, a través de la extracción de algunos productos tales como: hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), carbón blanco (de otras especies del bosque esclerófilo) y de espino; y leña de carga (una carga de leña corresponde a 64 trozos de 1 metro de largo); en algunos casos, se presentaron plantaciones de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*), impulsadas por CONAF, a partir del año 1990, a través de un programa de forestación para pequeños propietarios.

5.2.2 Estructura Productiva de los sistemas agroforestales

Desde el punto de vista agroforestal, todos los sistemas están constituidos por espino, acompañados principalmente por ovinos y/o bovinos; y en menor medida por equinos y caprinos; como componente animal; y trigo, como componente agrícola. De acuerdo a la diversidad de los sistemas agroforestales estudiados y considerando la clasificación estructural de sistemas agroforestales (que toma como base la naturaleza y presencia de los componentes), se establecieron las siguientes categorías productivas:

- estructura productiva N°1 (SSP1): sistema silvopastoril, compuesto por espino, ovino y/o bovino;

- estructura productiva N°2 (SASP2): sistema agrosilvopastoril, constituido por espino, trigo, ovino y/o bovino;
- estructura productiva N°3 (SAS3): sistema agrosilvícola, formado por espino y trigo.

En el Cuadro 13 se muestra la frecuencia de las diferentes estructuras de los sistemas agroforestales encontrados y en la figura 6 se puede observar la distribución de estas estructuras en la Comuna de Pumanque.

Cuadro 13. Frecuencia de estructuras productivas de los sistemas agroforestales, según grupos de productores con o sin transferencia.

Estructura Productiva	Pequeños productores		
	Con trasferencia (%)	Sin trasferencia (%)	Total muestra (%)
Silvopastoril	83.4	69.6	77.3
Agrosilvopastoril	13.3	21.7	17.0
Agrosilvícola	3.3	8.7	5.7
Total	100.0	100.0	100.0

5.2.3 Arreglo de los componentes de los sistemas agroforestales

Torquebiau (1993), indica que en el arreglo o disposición de sistemas agroforestales deben ser tomados en cuenta dos aspectos: el espacio y el tiempo. La disposición espacial está referida a la ubicación física de los componentes en la parcela y el arreglo temporal, se refiere a la secuencia en que se encuentran los distintos componentes en el tiempo.

Disposición espacial: Como se trata de sistemas en donde el componente principal forma parte de un matorral natural, la disposición espacial de los árboles en las tres estructuras productivas, es irregular. Se trata de sistemas agroforestales con disposición mixta, de árboles dispersos, con densidades que fluctúan entre 20 y 240 árboles/ha, concentrándose la mayor parte (78.6%) entre los 20 y 50 árboles/ha.

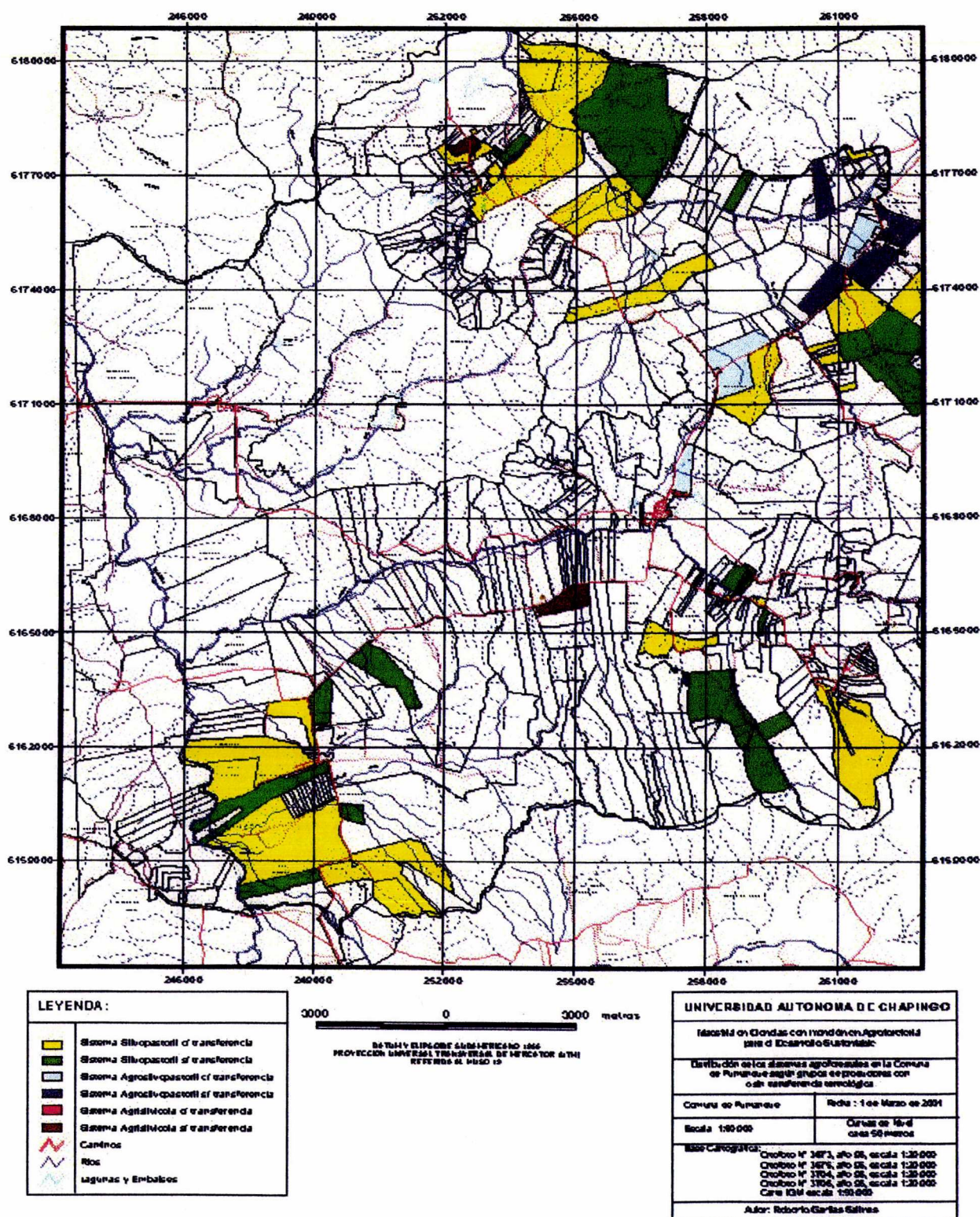


Figura 6. Distribución de los sistemas agroforestales en la Comuna de Pumanque de acuerdo a su estructura productiva y según grupos de productores con y sin transferencia tecnológica.

El espino, en todos los sistemas existentes, está formado por un estrato simple. Esporádicamente se encontró en el mismo estrato, asociado con quillay (*Quillaja saponaria*) y/o maitén (*Maytenus boaria*).

Disposición temporal: Se constató que los sistemas silvopastoriles presentan una disposición simultánea, independiente del componente animal. Estos sistemas, son los más fáciles de clasificar desde el punto de vista temporal. La única variación en el tiempo, puede ser la especie animal o la carga animal. Esta última, depende exclusivamente de las condiciones climáticas.

Los sistemas agrosilvopastoriles son complejos de clasificar, porque no toda la superficie es ocupada para el cultivo agrícola y, en algunos casos, los productores ocupan parte o toda la superficie para el cultivo agrícola y, al año siguiente, cultivan otro sector, que puede ser de una superficie igual o distinta. Este ciclo se repite permanentemente y depende de muchos factores, pero principalmente, está asociado con las condiciones de mercado y el tiempo atmosférico.

El componente agrícola de los sistemas agrosilvícolas, sigue el mismo patrón descrito en el párrafo anterior, no obstante estos sistemas presentan una disposición temporal concomitante. Este estudio permitió verificar para el año 1998, que los productores con sistemas silvopastoriles ocupan en la actividad agrícola, el 79.5% de la superficie involucrada en su sistema agroforestal, a diferencia del 60% de los productores con sistemas agrosilvícolas.

5.2.4 Superficie

Las 53 fincas estudiadas abarcan una superficie de 5,325 ha, lo que corresponde al 12.2% de la superficie comunal. Los pequeños productores con transferencia poseen el 66.8% de la superficie considerada en el estudio y los productores sin transferencia participan con una superficie equivalente al 33.2% (Figura 7).

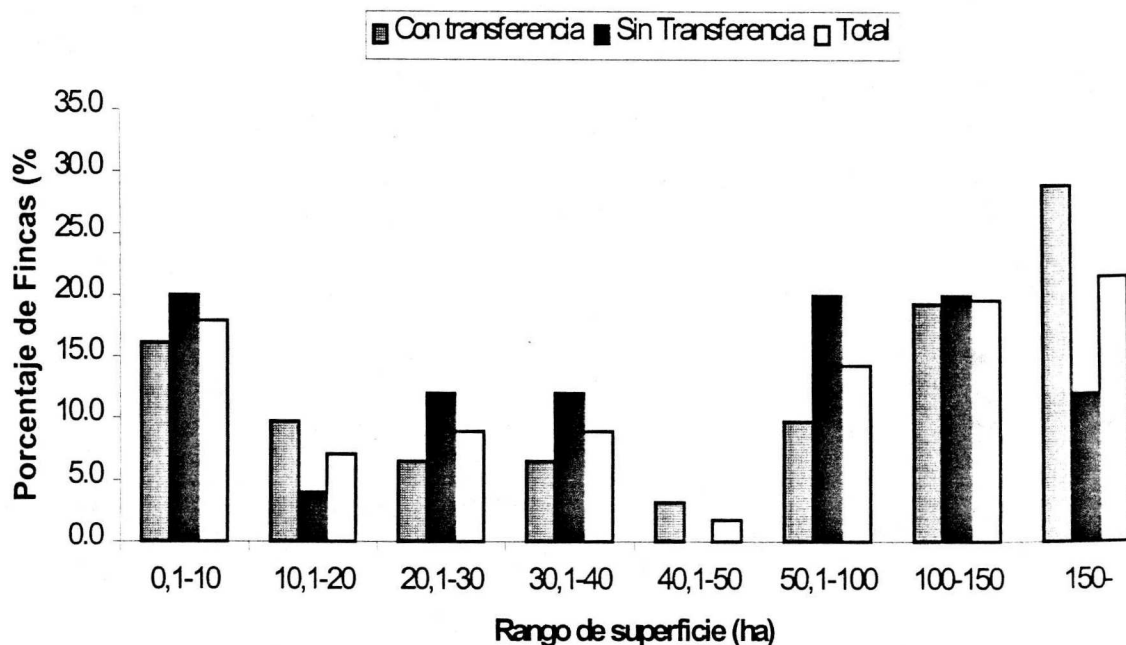


Figura 7. Porcentaje de explotaciones por rango de superficie para productores con y sin transferencia tecnológica.

En la Figura 7 se puede observar que existe una cantidad importante de productores con predios de superficie menor a 10 ha (el 18%), pero la mayor parte posee fincas con más de 50 ha (55%).

Esta tendencia, se mantiene tanto para los productores que presentan transferencia, como aquellos que no la presentan. Se pudo constatar además, que la estructura productiva silvopastoril es frecuente en todos los rangos de tamaño, no obstante, es prácticamente exclusiva de aquellas propiedades con mayor superficie, independiente si el propietario presenta o no presenta transferencia tecnológica, hecho que está asociado a la existencia del matorral de espino (Cuadro 14).

Cuadro 14. Número de fincas con presencia de estructuras productivas agroforestales por rango de superficie, según productores con y sin transferencia.

Rango	Frecuencia (N)								
	Con Transferencia			Sin Transferencia			Total		
	SSP1	SASP2	SAS3	SSP1	SASP2	SAS3	SSP1	SASP2	SAS3
0,1-10	2	0	0	6	0	0	8	0	0
10,1-20	1	1	1	0	2	0	1	3	1
20,1-30	2	1	0	2	0	0	4	1	0
30,1-40	3	1	0	1	0	1	4	1	1
40,1-50	1	0	0	0	0	0	1	0	0
50,1-100	3	1	0	1	2	1	4	3	1
100-150	6	0	0	4	0	0	10	0	0
Mas de 150	7	0	0	2	1	0	9	1	0
TOTAL	25	4	1	16	5	2	41	9	3

5.2.5 Características del recurso suelo

5.2.5.1 Topografía

Se observó que los suelos de la Comuna presentan una topografía ondulada, escarpada y con suelos muy erosionados, lo que ratifica lo reportado por Campos (1991), quien establece que los suelos de esta comuna están afectados en un 95% por procesos erosivos.

5.2.5.2 Uso del suelo y su relación con el recurso hídrico

Los campesinos dan prioridad al uso del suelo para cultivos agrícolas, de acuerdo a las posibilidades de riego existentes. Se trata de una zona de seco, no obstante, existen algunas fuentes de agua provenientes de esteros o norias, que son utilizadas por los productores y marcan el uso del suelo, independiente si técnicamente es aconsejable cultivarlo.

De las 5,325 ha abarcadas por el estudio, sólo el 3% presenta posibilidades de riego, superficie que es ocupada para la producción de cultivos agrícolas (poroto, maíz, avena, garbanzo y algunas hortalizas, principalmente). El trigo, en cambio, se produce como cultivo de secano y, en la mayoría de los casos, forma parte de sistemas agrosilvícolas o agrosilvopastoriles, los que serán analizados mas adelante.

5.2.6 Tenencia de la Tierra

En el contexto legal de tenencia de la tierra, el 90% de los productores poseen los títulos de dominio al día y el 10% restante son dueños de sus tierras, pero aún no legalizan su dominio (Figura 8). Con respecto a otras forma de tenencia, no se observaron arrendatarios de tierra, pero sí existen algunos casos de mediería.

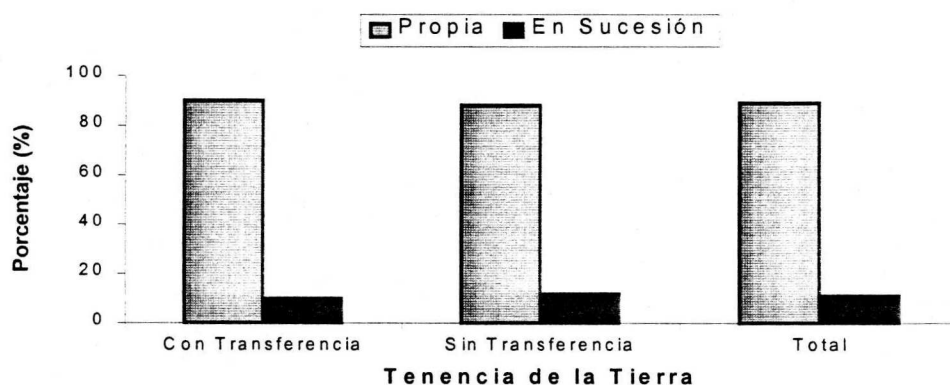


Figura 8. Tenencia de la tierra según productores con o sin transferencia.

La mediería es una forma de tenencia de la tierra, que le permite al campesino dar permanencia a su sistema de producción. Consiste en ceder (o tomar) tierras, a cambio de un incentivo que se expresa en un porcentaje de la producción de la tierra. En este caso particular, quienes daban en mediería aportaban la tierra y el 50% de los insumos (semillas, fertilizante y productos

fitosanitarios) y recibían la mitad de la producción. Cabe hacer notar que las tierras que los campesinos toman (o dan) en media, no forman parte de sistemas agroforestales.

Es importante mencionar que aunque esta forma de tenencia en este caso es poco relevante, existen antecedentes que indican que la mediería tiene gran importancia en la comuna y constituye una forma de disminuir el riesgo y compartir los costos. El número de propietarios y la superficie involucrada con esta forma de tenencia de la tierra se presenta en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Número de productores y superficie asociada a la mediería.

Tenencia	Propietarios (N)	Superficie (ha)
Toma mediería	2	5
Da mediería	6	26

5.2.7 Ingreso familiar

En este estudio se constató que el promedio del ingreso familiar alcanza las 153.94 U. F., cifra bastante superior a las 86.71 U. F. reportadas por Reyes (1997), para pequeños productores en esta misma Comuna.

En el Cuadro 16 se observa que el ingreso familiar promedio por estructura productiva, es similar al promedio general, salvo en la estructura productiva SAS3 (agrosilvícola), que es levemente inferior, pero que está representada por muy pocos propietarios, lo que incide en una mayor variación.

Se observa, además, que los campesinos con transferencia presentan un 14.8% más de ingresos que aquellos productores sin transferencia tecnológica. Esta diferencia, es análoga a la reportada por Reyes (1997), quién en esta zona encontró que los productores con transferencia tecnológica, presentan un 18.5% más de ingresos que los pequeños productores sin transferencia; y, de

alguna forma, marca una tendencia favorable en el aporte que realizan las políticas gubernamentales asociadas con los programas de apoyo a los campesinos. Asimismo, contradice a aquellos científicos que afirman que la transferencia tecnológica no se refleja en el ingreso final de los campesinos.

Cuadro 16. Valor promedio y composición del ingreso familiar de los subsistemas productivos e ingreso extrapredial, según la estructura productiva y grupo de productores.

Estructura Productiva	Actividad productiva						Valor promedio
	Agroforestal	Cultivos	Viñas	Pecuario	Forestal	Extrapredial	
	----- U. F./año -----						
	<u>Productores con transferencia</u>						
SSP1	49.90	83.41	15.75	6.08	0.72	14.43	170.29
SASP2	129.90	0.00	0.00	0.00	0.00	5.36	135.26
SAS3	33.90	0.00	0.00	20.80	0.00	38.10	92.80
Promedio	60.03	69.51	13.13	5.76	0.60	14.01	163.04
	<u>Productores sin transferencia</u>						
SSP1	33.34	86.92	4.14	1.81	0.34	5.65	132.20
SASP2	139.33	0.00	0.00	7.08	0.00	22.10	168.51
SAS2	140.70	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30	155.00
Promedio	65.70	60.46	2.88	2.80	0.24	9.98	163.04
	<u>Total</u>						
SSP1	43.44	84.78	11.22	4.41	0.57	11.00	155.43
SASP2	135.14	0.00	0.00	3.93	0.00	14.66	153.73
SAS3	105.10	0.00	0.00	6.93	0.00	22.23	134.27
Promedio	62.50	65.58	8.68	4.47	0.44	12.26	153.94

Al realizar el análisis por estructura productiva, considerando la participación de los diversos subsistemas, se observa que los productos que se generan en los sistemas agroforestales (compuestos principalmente por carbón de espino, ovino, bovino y trigo) y los cultivos (en donde predomina mayoritariamente el trigo), generan el mayor ingreso bruto, independiente de la estructura productiva, alcanzando el 40.3 y 37.1%, respectivamente.

Por otra parte, si se incluyen los productos generados en los sistemas agroforestales, como si formaran parte de los otros subsistemas, se llega a las mismas conclusiones que han obtenido diversos autores, quienes han reportado que la economía campesina de subsistencia de la sexta región de Chile, se sostiene básicamente de la ganadería y del cultivo agrícola, e indican que en la medida que decae el aporte por concepto de las actividades agropecuarias, aumenta el ingreso por parte de las actividades relacionadas con la explotación de carbón, como una forma de complementar el ingreso bruto, hecho que permite a las familias campesinas, disponer de recursos económicos para sus requerimientos, en especial en períodos de invierno.

5.3 Análisis funcional de los sistemas agroforestales

En los sistemas agroforestales, hay tres conjuntos básicos de componentes que son manejados por el hombre: árboles, herbáceas (cultivos agrícolas que incluyen especies de pasturas) y animales. Para analizar un sistema desde el punto de vista funcional, es necesario identificar sus insumos y sus productos. En esta sección se presenta el análisis de los sistemas agroforestales presentes de acuerdo a las variables seleccionadas.

5.3.1 Utilización del suelo

Los sistemas agroforestales estudiados presentan, en cada finca, límites bien definidos y, en general, son los sistemas que ocupan la mayor parte de la superficie predial. La presencia de sistemas agroforestales en la comuna está directamente relacionada con la existencia del matorral de *Acacia caven*.

En efecto, las estructuras productivas definidas previamente se localizan en los terrenos más rústicos y dependen de las condiciones en que se encuentra el suelo y las posibilidades de riego. En la medida que el suelo pierde productividad, los campesinos utilizan la tierra de una manera más extensiva.

La superficie promedio destinada a sistemas agroforestales es de 79.8 y 53.6 ha para productores con transferencia y sin transferencia, respectivamente, con un promedio general de 68.5 ha, lo que representa el 68.1% de la superficie total del estudio (Cuadro 17).

Cuadro 17. Uso promedio del suelo y porcentaje de la superficie predial de acuerdo a la estructura productiva, grupo de productores y total.

Estructura productiva	Superficie promedio (ha)	Número de productores	% Superficie predial
<u>Productores con transferencia</u>			
SSP1	91.6	25	72.6
SASP2	24.3	4	52.5
SAS3	10.0	1	83.3
Promedio general	79.8	30	71.5
<u>Productores sin transferencia</u>			
SSP1	50.8	16	58.1
SASP2	65.2	5	93.9
SAS3	12.5	2	18.4
Promedio general	53.6	23	62.5
<u>Total</u>			
SSP1	77.3	41	67.6
SASP2	47.0	9	79.5
SAS3	11.6	3	23.6
Promedio general	68.5	53	68.1

La mayor parte del área está destinada a sistemas silvopastoriles, lo que está asociado con la aptitud del suelo, ya que se trata de sectores de lomerías suaves, con formaciones de estepa de *Acacia caven*, que son aprovechados para el ingreso de animales, debido a la interacción favorable que tiene la especie arbórea con la pradera. En cuanto a los sistemas agrosilvopastoriles, constituyen el segundo destino del uso del suelo. Se les encontró en el 16.9% de los predios, y son los sistemas que ocupan en una mayor proporción la superficie predial (79.5%), con un promedio de 47 ha.

Los sistemas agrosilvícolas, se encuentran en terrenos con pendientes más favorable que los anteriores, lo que permite la siembra de trigo. Estos sistemas son poco frecuentes, se encontraron sólo en tres fincas, lo que representa 5.7% del total, con una superficie promedio de 11.6 ha.

5.3.2 Componente arbóreo

Los resultados obtenidos en esta investigación, indican que el espino (*Acacia caven*), es el principal componente de todos los sistemas agroforestales encontrados. Las características de la producción, rendimiento y aspectos tecnológicos son muy similares en cada estructura, independiente si los productores presentan o no presentan transferencia tecnológica.

5.3.2.1 Producción

El uso poco racional del matorral de espino para la producción de leña y especialmente carbón, ha deteriorado paulatinamente esta formación. Las restricciones legales impuestas primero, por la ley de bosques (Decreto Supremo 3,881 de 1931) y posteriormente, por el Decreto Ley 701 de 1974, han permitido disminuir, pero no terminar con el uso irracional del árbol, debido a que la mayoría de los campesinos que ocupan la especie, no tienen acceso a créditos ni asesoría técnica. En este sentido, es difícil estimar la producción de carbón de espino, porque el productor tiene temor en reconocer que usa la especie para estos fines, ya que la mayoría no presenta planes de manejo.

Se constató que el uso del espinal para fines energéticos no posee ordenamiento, es una cosecha árbol a árbol, al azar. No se trata de cosechas por superficie previamente planificada. Además, los propietarios lo utilizan de acuerdo a las necesidades económicas, por el riesgo legal que la actividad involucra. El porcentaje de propietarios que declaró haber utilizado el año 1998 el matorral de espino que formaba parte de algún sistema agroforestal, para producir y comercializar carbón aparece en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Porcentaje de productores que utilizan el espino para la producción de carbón, de acuerdo a la estructura productiva y tipo de propietario.

Estructura productiva	Productores (%)		
	Con transferencia	Sin transferencia	Total
SSP1	40.0	31.3	36.6
SASP2	50.0	40.0	44.4
SAS3	0.0	50.0	33.3
Promedio	40.0	34.7	37.7

En el Cuadro 18 se observa que el 37.7% de los productores declaran aprovechar el espino para producir carbón y, a su vez, comercializan el producto. Lo interesante es, que del total de productores de carbón, sólo tres (15%) tienen aprobado en la Corporación Nacional Forestal, un Plan de Manejo que les permiten aprovechar racionalmente la especie. Los demás propietarios aún conociendo la Ley y advertidos en varias ocasiones por los fiscalizadores de CONAF, siguen explotando el árbol ilegalmente. Por otra parte, algunos productores indicaron que no usaban el espino ilegalmente, sin embargo, se detectaron hornos carboneros en sus predios.

Los campesinos que más producen carbón son aquellos que presentan transferencia tecnológica. En efecto, del total de sacos (1,338=53.52 ton), éstos propietarios concentran un 78.7 (Cuadro 19).

Con relación a la estructura productiva, se puede observar que los campesinos con sistemas silvopastoriles en sus fincas, generan la mayor producción (85.1%). La participación de los otros sistemas es baja (sólo un 14.9%).

Otro aspecto importante que se detectó, pero que fue imposible de cuantificar, es el autoconsumo de leña. Todas las familias entrevistadas declararon utilizar la leña de espino, pero no indicaron la cantidad usada.

En términos de carbón, se constató que, en promedio, las familias consumen 2.8 sacos. Las familias no productoras de carbón de espino, compraban el insumo en el pueblo, o directamente a los productores.

Cuadro 19. Producción total de carbón de espino, por estructura productiva, de acuerdo al tipo de propietario y total.

Estructura productiva	Producción total (sacos de 40 kilos)	Número de productores	Producción promedio (sacos de 40 kilos)
<u>Productores con transferencia</u>			
SSP1	868	10	86.8
SASP2	180	2	90.0
SAS3	0	0	0.0
Total	1,048	12	87.3
<u>Productores sin transferencia</u>			
SSP1	185	5	37.0
SASP2	55	2	22.5
SAS3	50	1	50.0
Total	290	8	36.3
<u>Total de productores</u>			
SSP1	1,053	15	80.2
SASP2	235	4	58.8
SAS3	50	1	50.0
Total	1,338	20	66.9

5.3.2.2 Ingreso bruto

El ingreso bruto promedio por concepto de la venta de carbón para las fincas que lo producen, alcanza las 16.23 U. F., lo que representa el 13.3% del ingreso familiar (Cuadro 20). Los productores que poseen sistemas silvopastoriles son los que mayores ingresos promedio perciben por este concepto (17.18 U. F./año), sin embargo, en términos generales, la participación del carbón de espino en el ingreso familiar es muy similar para todas las estructuras. Con relación al tipo de productores, los campesinos que reciben transferencia tecnológica perciben 14.28 U. F. más que los productores sin transferencia.

Cuadro 20. Ingreso bruto promedio por concepto de venta de carbón de espino, ingreso familiar y porcentaje del ingreso familiar por estructura productiva de acuerdo al tipo de propietario.

Estructura productiva	Propietarios con transferencia (U.F./año)	Propietarios sin transferencia (U.F./año)	Ingreso bruto promedio (U. F. /año)	Ingreso Familiar (U.F./año)	% del ingreso familiar
SSP1	21.85	7.85	17.18	131.63	13.1
SASP2	22.40	5.78	14.09	99.17	14.2
SAS3	0.00	10.50	10.50	73.50	14.3
Promedio	21.94	7.66	16.23	122.23	13.3

Si se toma en consideración el ingreso familiar, se denota claramente que para los propietarios con menores ingresos, mayor relevancia tiene este producto en la composición del ingreso familiar. En efecto, del total de propietarios que posee sistemas agroforestales y aprovechan el componente arbóreo, más del 55% tiene ingresos inferiores a 100 U. F. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Participación del carbón de espino en el ingreso medio familiar por rango de ingreso bruto medio.

Rango de ingreso bruto (U F./año)	% productores	% ingreso del familiar	Promedio superficie	% del total de tierras agroforestales
1.01-50.00	35	26.7	9.7	55.1
50.01-100.00	20	13.6	12.3	25.6
100.01-150.00	15	24.0	64.0	88.8
150.1-200.00	15	8.0	215.3	94.1
más 200.00	15	9.6	94.7	94.3

En el Cuadro 21 se aprecia que en la medida que los productores tienen menor ingreso, mayor relevancia toma el espino en la composición del mismo. Dentro del rango inferior de distribución de ingreso, el componente arbóreo participa con un 26.7% del ingreso bruto anual. Más aún, estos productores son los que menor superficie total tienen y al mismo tiempo, en esta categoría los sistemas agroforestales (independiente de la estructura productiva) ocupan menor proporción de la superficie predial

5.3.2.3 Aspectos Tecnológicos

Para la fabricación de carbón, los productores emplean hornos contruidos completamente de barro. Estos hornos están instalados sobre la superficie del suelo. Las etapas del proceso de producción de carbón empleadas por los pequeños propietarios son las siguientes: corte, desrame, destroce o trozado, apilado, amarre, transporte, carbonización, ensacado y pesaje.

5.3.3 Componente animal

Esta componente, se organiza y funciona a base de la pradera natural. En el caso de los sistemas agrosilvopastoriles, se observó que los productores aprovechaban la paja del trigo como complemento de la alimentación animal.

No se detectó el uso de productos del árbol para la alimentación del ganado. Sólo se observó que los productores están conscientes de la importancia que tiene el espinoso para mejorar la productividad y calidad de la pradera, especialmente los propietarios que presentan transferencia tecnológica.

En general, la Comuna de Pumanque presenta muy baja productividad. Algunos autores señalan que la productividad de la pradera es muy variable, pero no supera 2,000 kilogramos de materia seca por hectárea al año (Novoa, 1987; Olivares, 1977). Según Caviedes y Contreras (1986), esto se debe a que la pradera natural se encuentra en un estado sucesional degradante, debido al efecto de la agriculturización, sobrepastoreo, roces antrópicos e incendios. Además, señalan que en estas condiciones, la pradera puede sustentar una carga animal que fluctúa entre las 0.5 y 1.5 ovejas/ha/año.

Los bovinos y los ovinos son los componentes pecuarios que predominan en las estructuras productivas SSP1 (silvopastoril) y (SASP2 (agrosilvopastoril); y en general, son los que tienen mayor relevancia desde el punto de vista del ingreso familiar.

En el 31.7% de la estructura silvopastoril y en el 55.6% de la estructura agrosilvopastoril se encontraron equinos, pero los campesinos no los comercializan porque los utilizan como animales de trabajo (especialmente como fuerza de tracción para las actividades agrícolas) y constituyen su principal medio de transporte. El porcentaje de propietarios y la participación de los ovinos y bovinos en la componente pecuaria de los sistemas determinados en este estudio, se presentan en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Porcentaje de productores con y sin transferencia tecnológica por componente pecuario, según estructura productiva.

Estructura productiva	Ovino	Bovino	Ovino y bovino	Total
			% de productores	
			<u>Con transferencia</u>	
Silvopastoril	12.0	32.0	56.0	100.0
Agrosilvopastoril	25.0	75.0	0.0	100.0
Total	13.8	37.9	48.3	100.0
			<u>Sin transferencia</u>	
Silvopastoril	62.5	6.2	31.3	100.0
Agrosilvopastoril	20.0	40.0	40.0	100.0
Total	52.4	14.3	33.3	100.0
			<u>Total</u>	
Silvopastoril	31.7	22.0	46.3	100.0
Agrosilvopastoril	22.2	55.6	22.2	100.0
Total	30.0	28.0	42.0	

En el Cuadro 22 se puede apreciar, que los bovinos son los animales que aparecen con mayor frecuencia en los sistemas estudiados, encontrándose en total, en el 72.0% de las fincas. Esta situación se acentúa al realizar el análisis de acuerdo al tipo de productor. En efecto, el 86.2% de los campesinos que presentan transferencia tecnológica, ocupan el bovino en su sistema de producción agroforestal (37.9% acompañados con ovino y 48.3% sólo bovino).

Por otra parte, los productores sin transferencia utilizan el ovino con una frecuencia mayor (52.4%) porque a su juicio, es una especie más rústica y tiene

un menor costo del uso de la tierra. Esta tendencia se acentúa en el caso de los campesinos que pertenecen a la estructura silvopastoril, en donde la especie animal participa en el 62.5% de los casos.

5.3.3.1 Carga animal

Algunos autores han reportado que en la zona donde se desarrolló este estudio, la pradera natural sustentaría una carga animal que fluctúa entre las 0.09 y 0.18 U. A. /ha /año (Paladines, 1983). De acuerdo a lo observado en los sistemas agroforestales de la comuna, la carga animal promedio es 5 veces mayor al máximo que la pradera podría soportar, alcanzando las 0.98 U.A./ha/año.

Este hecho indica la sobreutilización a la que está siendo sometido el recurso pratero, lo que ha ido generando estados sucesionales degradantes que inciden en la reducción de los rendimientos del sistema. Reyes (1997) señala que esta situación se ve agravada una vez iniciada la época de pariciones de ovinos (mayo) y luego al destete. Asimismo indica que los bovinos también incrementan la masa ganadera lo que finalmente se traduce en una mayor presión sobre la pradera y un deterioro de la producción.

En el Cuadro 23 se puede observar, que los bovinos son el componente animal de mayor relevancia en los sistemas agroforestales estudiados, participando (en término de unidad animal) en un 43.83% de la carga total. Esta situación se ve acentuada en los productores sin transferencia, donde los bovinos participan en el 50.56%. Cabe hacer notar que en este grupo de productores tiene mayor presencia los ovinos (42.70%), en desmedro de los equinos que participan sólo en el 6.74%.

En términos de estructura productiva, la mayor presión de pastoreo la ejercen los productores con sistemas silvopastoriles (con transferencia tecnológica), llegando a las 1.21 U. A./ha/año. En el mismo grupo de productores (con

transferencia), se puede observar que aquellos que poseen sistemas agrosilvopastoriles, son los que se acercan más a la carga animal recomendada, presentando sólo 0.26 U. A./ha/año, hecho que además se ve favorecido por el complemento alimenticio proveniente de la paja de trigo.

Cuadro 23. Dotación animal de los sistemas agroforestales, por estructura productiva, según productores con y sin transferencia tecnológica.

Estructura productiva	Unidades animal promedio	Ovinos	Bovinos	Equinos	Total
		%			
<u>Con transferencia</u>					
SSP1	1.21	27.93	42.28	29.78	100.00
SASP2	0.26	55.08	35.60	9.31	100.00
Promedio	1.08	28.70	42.59	28.70	100.00
<u>Sin transferencia</u>					
SSP1	0.88	53.84	37.72	8.44	100.00
SASP2	0.92	9.17	88.74	2.09	100.00
Promedio	0.89	42.70	50.56	6.74	100.00
<u>Total productores</u>					
SSP1	1.08	36.15	40.84	23.01	100.00
SASP2	0.51	23.15	72.55	4.29	100.00
Promedio	0.98	34.92	43.83	21.24	100.00

Al realizar el análisis en término de la superficie disponible, se constató que en general, los propietarios que disponen de sistemas con menor superficie, son aquellos que ejercen mayor presión sobre el recurso forrajero, situación que se ve muy acentuada para la estructura silvopastoril, llegando en las superficies de menos de 10 ha, a cifras que en promedio, superan en más de 13 veces la carga animal máxima recomendada para la Comuna (Cuadro 24).

De acuerdo a las características tradicionales del manejo animal por los campesinos chilenos, esta situación es muy representativa, sin embargo, es

importante mencionar que los productores guardan algún tipo de alimento para pasar el invierno, ya sea generado en los propios sistemas agroforestales o en cultivos agrícolas aledaños a estos, situados en las pocas tierras arables y con riego que poseen. El alimento más característico es la paja de trigo y algunas leguminosas (garbanzo, lenteja, chícharo o poroto). Un bajo porcentaje complementa el forraje comprando fardos de heno.

Cuadro 24. Carga animal promedio por estructura productiva, de acuerdo a la superficie disponible y según grupo de productores

Estructura Productiva	Rango de superficie ocupada (ha)					
	0.1-10	10.1-20	20.1-30	30.1-40	50.1-100	100.1y más
----- U. A./ha/año -----						
<u>Productores con transferencia</u>						
SSP1	3.42	0.77	0.00	0.00	0.71	0.22
SASP2	0.28	0.00	0.00	0.28	0.00	0.20
Promedio	3.36	0.77	0.80	0.00	0.63	0.22
<u>Productores sin transferencia</u>						
SSP1	1.37	0.68	0.45	0.00	1.06	0.78
SASP2	3.00	0.00	0.80	0.00	0.57	0.11
Promedio	1.19	0.33	0.45	0.27	1.06	0.57
<u>Total</u>						
SSP1	2.51	0.79	0.76	0.00	0.70	0.39
SASP2	1.64	0.00	0.04	0.23	0.20	0.32
Promedio	2.36	0.62	0.54	0.27	0.71	0.37

5.3.3.2 Producción

La característica de la producción animal en los sistemas agroforestales estudiados, está asociada a la producción de terneros y corderos. En este contexto, se pudo verificar que en los productores con transferencia, la producción de terneros es aproximadamente tres veces más alta que la de los productores sin transferencia y, la de corderos, es cerca del 21% más baja, hecho que está asociado con la mayor cantidad de bovinos y menor de ovinos, que poseen los primeros.

Con relación al destino de la producción, se pudo constatar que la mayor parte del ganado permanecía en predio (66.9% de ovinos y 80.7 de bovinos), debido por una parte, a su edad y por otra, a las pocas posibilidades de los productores para acceder al mercado (Cuadro 25). Esta situación se verificó para ambos grupos de productores y para todas las estructuras productivas.

Cuadro 25. Porcentaje de la producción promedio de terneros y corderos, según su destino por grupo de productores.

Estructura productiva	Autoconsumo		Venta		En predio.	
	Ovino	Bovino	Ovino	Bovino	Ovino	Bovino
	%					
	<u>Productores con transferencia</u>					
SSP1	5.5	0.0	28.0	19.0	66.5	81.0
SASP2	7.0	0.0	23.5	26.1	69.6	73.9
Total	5.7	0.0	27.4	19.3	66.9	80.7
	<u>Productores sin transferencia</u>					
SSP1	8.3	0.0	26.2	24.3	65.5	75.7
SASP2	0.0	0.0	20.3	42.6	79.7	57.4
Total	6.9	0.0	25.1	31.4	68.0	68.6
	<u>Total productores</u>					
SSP1	7.0	0.0	27.1	19.7	65.9	80.3
SASP2	2.8	0.0	21.6	37.1	75.6	62.9
Total	6.3	0.0	26.2	21.6	67.5	78.4

Además, se pudo constatar que no existe autoconsumo de terneros y, en el caso de los corderos, sólo se verifica en un 6.3% y, en mayor cantidad, en los productores sin transferencia (6.9%), que en el caso de los productores con transferencia tecnológica (5.7%).

5.3.3.3 Ingreso bruto

En general, no se detectaron grandes diferencias entre las distintas estructuras productivas, en términos de la participación de los animales en el ingreso familiar. En los sistemas silvopastoriles la venta de animales genera retornos

equivalentes al 23.9% del ingreso familiar y, en el caso de los sistemas agrosilvopastoriles, esta cifra llega al 21.3% (Cuadro 26).

Cuadro 26. Ingreso bruto promedio por concepto de venta de animales, ingreso familiar y porcentaje del ingreso familiar por estructura productiva y de acuerdo al tipo de propietario.

Estructura productiva	Propietarios con transferencia (U.F./año)	Propietarios sin transferencia (U.F./año)	Ingreso bruto promedio (U. F. /año)	Ingreso Familiar (U.F./año)	% del ingreso familiar
SSP1	41.16	30.90	37.16	155.43	23.9
SASP2	18.20	44.80	32.98	154.84	21.3
Promedio	38.00	34.20	36.40	155.12	23.5

5.3.3.4 Aspectos Tecnológicos

En los sistemas de producción estudiados, se observó que un problema importante asociado al manejo animal, es el tipo de encaste. El 100% de los propietarios con ovinos y el 88.6% de los productores con bovinos, no utilizaban un encaste dirigido. Los campesinos mantienen el macho durante todo el año junto a las hembras, lo que ocasiona nacimientos diferidos y, en consecuencia, en muchos casos las crías nacen cuando la disponibilidad de forraje es muy baja. En el caso de los productores que utilizan encaste dirigido (11.4%), son los que poseen las fincas con mayor superficie, presentan el ingreso familiar más alto y además pertenecen al grupo con transferencia.

Por otra parte, se observó una relación macho hembra muy alta en comparación con los estándares recomendados y escaso manejo sanitario, especialmente en bovinos.

5.3.4 Componente agrícola

Se pudo constatar que el trigo es el único componente agrícola que participa en los sistemas agroforestales estudiados. Además, se observó que el uso de la especie es generalizado en la Comuna, independiente si lo siembran como

monocultivo, o formando parte de algún sistema agrosilvícola o agrosilvopastoril. En la zona del estudio, el trigo es importante para el autoconsumo (harina, semilla y paja) y genera gran parte de los ingresos de los campesinos por la venta de la producción. En Chile, la principal forma de consumo de esta especie es como harina y le entrega a la población chilena, cerca del 40% de sus requerimientos calóricos.

En general, los productores incorporan el trigo en los sistemas agroforestales por la escasez de tierras y no por que consideren que exista una interacción positiva con los otros componentes. Sin embargo, cuando se les preguntó si la producción era afectada por la presencia del espino, el 75% de ellos indicaron que esto no ocurría y manifestaron que el problema estaba asociado con la preparación del suelo. En términos científicos no existen antecedentes al respecto, lo que de alguna manera dificulta la generación de ideas tendientes a mejorar el funcionamiento del sistema a través del análisis de esta componente.

Por otra parte, el 25% de los productores (todos los pertenecientes a la categoría sin transferencia) indicaron que mantienen la especie arbórea en su sistema productivo, para evitar conflictos con la Corporación Nacional Forestal. La superficie promedio ocupada por la siembra de trigo en los sistemas agroforestales alcanza las 6.5 ha, con una mínima diferencia entre estructura productiva y tipo de productores.

En el Cuadro 27 se puede observar, que los productores con sistemas agrosilvícolas, ocupan la mayor parte de la superficie en la siembra de trigo (60%), situación muy diferente a los productores con sistemas agrosilvopastoriles, quienes sembraron el año del estudio, sólo el 13.4% de la superficie del sistema. Este hecho se explica por el tamaño de la propiedad, ya que los campesinos que poseen sistemas agrosilvícolas tienen fincas pequeñas y se ven obligados a ocupar el máximo del área en el cultivo del cereal.

Cuadro 27. Superficie sembrada de trigo por estructura productiva según tipo de productores y su participación en la superficie del sistema agroforestal.

Estructura productiva	Con transferencia ------(Superficie promedio (ha))-----	Sin Transferencia	Promedio	Superficie sistema Agroforestal (%)
SASP2	7.8	5.1	6.3	13.4
SAS3	2.0	9.5	7.0	60.0
TOTAL	6.6	6.4	6.5	-
Superficie sistema agroforestal (%)	30.1	12.7	16.9	-

En el caso del tipo de productores, se constató que aquellos que reciben transferencia tecnológica, son los que mayor proporción de la superficie la siembran con el cultivo (30.1%).

5.3.4.1 Producción y rendimiento

De acuerdo a los resultados obtenidos se constata que la producción promedio de trigo alcanza los 132.3 qq. De ella, los productores destinan el 6.1% al autoconsumo y el 93.9% a la venta (Cuadro 28). Asimismo, se observa que los campesinos sin transferencia, producen el 8.6% más que los campesinos con transferencia, diferencia que se debe a la superficie sembrada y al rendimiento.

Cuadro 28. Producción promedio, destino de la producción y rendimiento del trigo según estructura productiva y tipo de productores

Estructura productiva	Producción promedio ----- qq -----	Rendimiento promedio/ha	Destino autoconsumo	Destino Venta ----- % -----	Total
<u>Con transferencia</u>					
SASP2	140.0	17.0	3.9	96.1	100.00
SAS3	70.0	35.0	2.9	97.1	100.00
Promedio	126.0	20.6	3.8	96.2	100.00
<u>Sin transferencia</u>					
SASP2	120.0	22.0	4.5	95.5	100.00
SAS3	180.0	18.0	12.5	87.5	100.00
Promedio	136.9	23.3	7.5	92.5	100.00
<u>Total productores</u>					
SASP2	128.7	19.8	4.2	95.8	100.00
SAS3	143.3	23.3	10.1	89.9	100.00
Promedio	132.3	20.7	6.1	93.9	100.00

Llama la atención que el grupo de productores que no presenta transferencia, resulte ser el que obtenga mayores rendimientos (23.3 qq/ha). Sin embargo, esta situación se explica por el tipo de superficie, puesto que el año en que se llevó a cabo la fase de terreno de esta investigación, muchos propietarios con transferencia sembraron trigo en los terrenos de menor calidad, porque a juicio de ellos, se vislumbraba un déficit en la producción y por lo tanto el precio del cereal iba a ser más alto.

5.3.4.2 Ingreso Bruto

El ingreso bruto promedio por concepto de la venta del trigo, producido en los sistemas agrosilvopastoriles y agrosilvícolas (el 22.6% de los propietarios), alcanza las 68.1 U. F., lo que representa el 45.8% del ingreso familiar (Cuadro 29). Los productores que poseen sistemas silvopastoriles son los que mayores ingresos promedio perciben por este concepto (70.8 U. F./año), lo equivale al 52.7% del ingreso familiar. En términos generales, cuando está presente el cultivo de trigo en los sistemas agroforestales, es la actividad de mayor relevancia desde el punto de vista del ingreso.

Cuadro 29. Ingreso bruto promedio por concepto de venta de trigo proveniente de los sistemas agrosilvícolas y agrosilvopastoril, ingreso familiar y porcentaje del ingreso familiar por estructura productiva y tipo de propietario.

Estructura productiva	Propietarios con transferencia (U.F./año)	Propietarios sin transferencia (U.F./año)	Ingreso bruto promedio (U. F. /año)	Ingreso Familiar (U.F./año)	% del ingreso familiar
SASP2	72.81	62.68	67.18	153.73	43.7
SAS3	33.60	89.35	70.80	134.27	52.7
Promedio	65.00	70.30	68.10	148.87	45.8

5.3.4.3 Aspectos Tecnológicos

De acuerdo a las posibilidades de la investigación, este aspecto se describió utilizando como indicadores la preparación de suelo, siembra, fertilización, control de malezas y plagas y enfermedades.

Preparación de suelo. La realizan a través del barbecho, que consiste en la preparación anticipada del suelo respecto al momento de siembra, aprovechando las últimas lluvias de la temporada anterior, de manera que en las primeras lluvias de la temporada siguiente, se termina de preparar el suelo y se realiza la siembra. En los sistemas estudiados, se observó que el 60% de los productores realiza estas labores con tracción animal (caballos principalmente) y el 40% restante la realiza con maquinarias.

Siembra. La fecha de siembra recomendada para el trigo en la zona es entre fines del mes de abril y mayo. Los productores de la Comuna efectúan esta labor en la fecha recomendada. Con respecto a la semilla, en la literatura se sugiere dosis de siembra cercana a los 160 kg/ha. En la comuna se constató que los productores utilizaban en promedio 198 kg/ha. Esta sobredosisificación podría ser positiva, ya que la preparación de suelo y la calidad de las semillas no son las ideales.

Control de malezas, plagas y enfermedades. Se observó que la mayoría de los campesinos reconocen la presencia de malezas, plagas y enfermedades en el cultivo. Lamentablemente no fue posible determinar el mecanismo de control de plagas y enfermedades. Si se detectó, que el control de malezas lo llevan a cabo principalmente a través de agroquímicos.

5.4 Comercialización de la producción

Con respecto a los productos agropecuarios, la mayoría de los campesinos realiza este proceso en el predio, vendiendo la mayor parte de ellos (73.6%), su producción a compradores ocasionales. El 22.6% de los productores indicaron que le vendían a un mismo comerciante y sólo el 3.8%, comercializa sus productos fuera de las fincas, ya sea en molinos, ferias ganaderas o comercio en general. Estos antecedentes son semejantes a los obtenidos por Reyes (1997) y Chacón (1981), quienes indican que el principal mecanismo de

comercialización de los campesinos, es la venta directa en la finca, debido a su baja capacidad de negociación.

En el caso del espino, la cadena de comercialización es bastante simple. El productor normalmente comercializa el carbón en sacos de 30-45 kilos. El 92.4% de ellos lo hace en el pueblo de Pumanque y el 5.7% restante le venden a intermediarios que provienen de la Comuna de Santa Cruz, los que a su vez, lo comercializan a mayoristas de la Ciudad de Santiago, quienes venden a la Central de Abastecimiento Feria Lo Valledor. Por otra parte, los compradores que acuden a esta Central de Abastecimiento, compran el producto, lo envasan en sacos de 3 o 5 kilos y lo venden en forma directa en supermercados y almacenes de la Ciudad.

Con respecto a los precios, en los productos pecuarios se encontraron diferencias de hasta el 49% para en los bovinos y más del 89% para los ovinos. En el caso del trigo, estas diferencias alcanzaron el 20.8%. La situación con el carbón es totalmente distinta ya que existen diferencias de precio que sobrepasan el 66%. El rango de estos precios (0.21 a 0.35 U. F./saco de 40kg) no ha variado en los últimos 10 años, lo que repercute negativamente en el ingreso de los productores. Si embargo, en este mismo periodo, el precio final del producto en los supermercados de las grandes ciudades, sí ha experimentado cambios. Cabe hacer notar que el consumidor final paga más del triple del precio que vende el productor.

5.5 Lineamientos generales de mejoramiento

De acuerdo al análisis estructural y funcional de los sistemas agroforestales existentes en la Comuna de Pumanque, quedan en evidencia, algunas deficiencias que pueden ser mejoradas. En esta sección, se presentan breves orientaciones técnicas que apuntan a mejorar el funcionamiento de los sistemas agroforestales estudiados.

5.5.1 Sistemas de pastoreo e intervención del espinal

El pastoreo se ve afectado por una serie de factores que condicionan la calidad y el tipo de pradera. Entre los factores más importantes se tiene el clima, la carga animal, la especie animal y la época en que se usa la pradera. En los sistemas estudiados, existe un uso deficiente del recurso forrajero. En efecto, se constató que los animales permanecen todo el año en un gran potrero, basando su alimentación en la pradera anual mediterránea, cuya producción es variable, dada su estrecha dependencia de la temperatura ambiental y de las precipitaciones.

Al utilizar el recurso continuamente, sin ajustar los requerimientos del animal a las variaciones que experimenta la pradera, ocasiona una baja producción animal y herbácea, debido a la degradación de la pradera, al ser invadida por especies de bajo valor forrajero. Ante esta realidad y considerando las limitaciones económicas de los productores, es importante mejorar el sistema de pastoreo.

Existen antecedentes que permiten sugerir el uso de un manejo rotacional diferido. Este sistema, es un método que permite considerar tanto los factores de crecimiento de la pradera natural, como los requerimientos del animal en sus distintas fases de desarrollo. De hecho, los resultados de algunos estudios permiten suponer que si se usa como sistema básico el pastoreo diferido rotatorio, pueden lograrse significativos mejoramientos.

Consiste en dividir el potrero en varias parcelas, en las cuales se rotan los animales, cambiando cada año el orden en que las parcelas se pastorean y a lo menos una de ellas, se difiere hasta que las plantas semillen y si es necesario, se deja una (o más) parcelas en descanso, para recuperar el espinal. Desde el punto de vista de la vegetación, el sistema permite una clara tendencia al mejoramiento de la condición de la pradera, ya que aumenta la dominancia de

las especies de mayor valor forrajero, los niveles de producción de materia seca y el recubrimiento del suelo.

Este sistema de pastoreo no sólo favorece a la pradera, sino también entrega una serie de beneficios a la componente arbórea. En efecto, al quedar parte del espinal libre de pastoreo por un tiempo, se pueden aplicar tratamientos silvícolas que permitan: regenerar la especie en las zonas donde está sobre explotada, manteniendo coberturas que a su vez, incrementen la productividad y calidad de la pradera; propiciar el crecimiento del árbol para la producir leña, carbón y alimento para los animales; rejuvenecer ejemplares con signos de degradación para prolongar su vida útil; y otros beneficios indirectos como protección, recuperación y fertilización del suelo, regulación del microclima, control biológico, diversificación de la producción e incremento del ingreso.

5.5.2 Introducción de pradera natural

Dadas las condiciones climáticas de la zona en estudio y el nivel socioeconómico de los productores, es difícil encontrar especies forrajeras adecuada para la zona, especialmente cuando el déficit de alimentos es en invierno. Sin embargo, algunos científicos proponen para el secano de la sexta región, avena forrajera (*Avena stigosa*).

Esta especie, es una planta de raíces fibrosas, semiprofundizadoras, abundantemente ramificada, que sustenta numerosos tallos formados por una caña hueca, nudosa, que en condiciones favorables puede alcanzar hasta 2 metros de altura y además presenta bajo rendimiento en grano, lo que favorece la producción de materia seca (Rojas, 1996).

La especie se caracteriza por presentar buena producción de materia verde, rápido crecimiento invernal y buena recuperación de talaje directo y resistencia a las heladas. Se recomienda utilizarla en períodos invernales y realizar sólo un corte para obtener mayor cantidad de materia seca. Lo más indicado es el uso

mediante la enfardada, con el propósito de guardar alimento para períodos críticos (Dumont *et al.*, 1990). De acuerdo a observaciones realizadas en la zona en estudio, los rendimientos de la avena fluctúan entre 2,000 - 2,500 kg/ha/año.

Con relación a la dosis de alimento, la literatura recomienda en ovejas de 1 a 1.5 kilogramo diario y en vacas de 5 a 8 kilogramo al día, dependiendo de la disponibilidad de otras fuentes de alimentación, además, se indica que es conveniente complementar este suplemento, con una fuente que aporte proteína, que es la deficiencia nutricional más crítica de este forraje.

5.5.3 Mejoramiento animal

Un aspecto de vital importancia que debe ir acompañado con la calidad de forraje, está asociado con el mejoramiento animal. La especie animal debe depender del tipo de pradera. En general, los bovinos utilizan mejor los pastos altos de alta productividad. Los ovinos están adaptados para pastorear pastos bajos, de menor productividad y se ubican en sectores más degradados. Los caprinos aprovechan bien las formaciones de matorrales y pastos y son importantes en la zona árida o en praderas muy degradadas. Sin embargo, en la práctica hay muchos factores que inciden en la elección de la especie animal (Ovalle y Squella, 1988).

Estas consideraciones son difíciles de manejar cuando la cultura de los productores pasa por el uso de razas criollas, tanto para ovinos como para bovinos, sin embargo, se ha experimentado el mejoramiento paulatino de los animales a través del macho. Para ello, es importante la participación de las instituciones gubernamentales dedicadas a la transferencia tecnológica, de tal forma que se establezcan proyectos de transferencia, que le permitan a los productores, acceder a carneros y toros de calidad, e ir así mejorando su ganado.

6. CONCLUSIONES

Características de los productores

- La mayoría de los propietarios de las fincas estudiadas, presentan un bajo nivel de educación y edades muy avanzadas, lo que dificulta la proposición de cambios tecnológicos a largo plazo, pese a tener más del 50% de ellos, disposición a la adopción de tecnología.
- Los productores presentan ingresos muy superiores a la media de la Comuna, hecho derivado de la superficie predial y de los componentes de los sistemas de producción, porque al tener mayores superficies, los propietarios tienden a diversificar sus actividades productivas.

Análisis estructural de sistemas

- En la Comuna de Pumanque predominan los sistemas silvopastoriles, debido a la presencia en gran parte de su superficie, del matorral natural de espino. La incorporación de la componente agrícola está asociada a la escasez de tierras y a la importancia del trigo en la dieta familiar.

Análisis funcional de sistemas

- Los productores no aprovechan las bondades de la especie forestal. Además, no existe transferencia de estos conocimientos con programas concretos, por parte de las Instituciones del Estado. En general el componente forestal no se valora como un recurso, lo que se traduce en una debilidad, cuando se aborda el problema desde un punto de vista sistémico.
- De acuerdo a lo observado, la producción de trigo no se ve afectada por la presencia del espino. Sin embargo, no existen antecedentes científicos al respecto, lo que dificulta la generación de ideas tendientes a mejorar el

funcionamiento de los sistemas agroforestales, a través del análisis de esta componente.

- En la Comuna, la tendencia es que en la medida que los campesinos tengan menores posibilidades agroecológicas en sus tierras, mayor relevancia tiene el uso de especies animales más rústicas y la cosecha del componente arbóreo.
- Los rendimientos existentes son bajos, debido a la falta de manejo tecnológico, tanto en la componente agrícola, como en el componente animal, especialmente en lo que se refiere al aspecto fitosanitario.

Lineamientos generales de mejoramiento

- Existen posibilidades de mejorar el funcionamiento de los sistemas agroforestales estudiados, pero se requiere el compromiso de las Instituciones Públicas, de tal manera de llevar a cabo proyectos asociados con el establecimiento de sistemas de pastoreo rotatorio diferido, forrajes rústicos para el suplemento alimenticio y el mejoramiento del ganado.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALVARADO, W. 1990. Relación entre el hábito del espinoso (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) y el rendimiento de leña y carbón. Tesis Ing. For. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 83 p.
- ANDERSON, G; MOORE, R.; JENKYS, P. 1988. The integration of pasture, livestock and widely-spaced pine in South West Western Australia. *Agroforestry Systems* 6:195-211.
- BENOIT, I. 1993. El espinoso, caven o churque (*Acacia caven* (Mol.) Mol.). Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF). Chile Forestal N°207. Ficha Técnica. 1p.
- BEVERAG, L.; NOWLES, R. 1972. The role of livestock in forest management. *New Zealand Journal Agric.* 1251 (2): 20-24.
- BURON, J. 1987. El manejo silvopastoril en Chile. Breve reseña. En *Actas Primer Encuentro Nacional el Sector Forestal y el Desarrollo Rural*. Corporación Nacional Forestal. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Investigación y Desarrollo de Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. Documento de Trabajo N°10. Abril 1987. Talca. Chile. 69 p.
- CABRERA, C. 1991. Aspectos generales de los sistemas de manejo agroforestal en Chile. Segunda reunión de Coordinadores Nacionales de la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales de la FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Bogotá, Colombia. 25 p.
- CAMPOS, J. 1991. Comunas rurales de Chile; pobreza y necesidad de desarrollo. Serie Monografías N°5. Instituto de Promoción Agraria. Santiago, Chile. 75p.

- CARBONE, J. 1983. Instructivo para permitir el pastoreo de animales en plantaciones artificiales con densidades no silvopastoriles. En: Actas de Encuentro del estado de la investigación sobre manejo silvopastoril en Chile. 3-4 Noviembre. Universidad de Talca/CONAF VII Región. Talca.
- CAVIEDES, E.; CONTRERAS, D. 1986. Recursos forrajeros utilizados en producción ovina; II zona central (secano comprendido entre Aconcagua y Talca. P. 59-80. En: García, G. (Ed). Producción ovina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 344 p.
- CEPAL, 1992. La cordillera de la costa. 9 p. *In* Seminario sobre gestión del desarrollo agrícola ambientalmente sustentable en áreas marginales. Santiago, Chile, 22 al 24 de junio de 1992. 68 p.
- CIREN. 1991. Directorio de propietarios de predios rurales de las comunas de Pumanque y Paredones de la VI Región. Centro de Información de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 186 p.
- CIREN. 1993. Delimitación y descripción de microrregiones para el programa de transferencia tecnológica de INDAP; Regiones V a IX. Centro de Información de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 4 Mapas.
- CONAF-INIA, 1984. Informe de Avance Proyecto Agro-Silvopastoril VI Región. Documento Interno CONAF VI Región. 46 p.
- CONAF-INIA, 1985. Informe de Avance Proyecto Agro-Silvopastoril VI Región. Documento Interno CONAF VI Región. 95 p.
- CONTRERAS, D. 1983. Enfoque y experiencias en el manejo silvopastoril. En: Actas "Estado de la investigación en manejo silvopastoril en Chile". 3-4 Noviembre. U. de Talca. /CONAF VII Región. Talca. Chile. P 1-4.

- CORNEJO, R. 1983. Manejo silvopastoril con pino Insigne en la Región del Maule: Algunos resultados. En: Actas "Estado de la investigación en manejo silvopastoril en Chile". 3-4 Noviembre. U. de Talca/CONAF VII Región. Talca. Chile. P 14-35.
- CORNEJO, R. 1987. Experiencias de manejo silvopastoril con pino insignie en la Región del Maule. En Actas Primer Encuentro Nacional el Sector Forestal y el Desarrollo Rural. CONAF. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Investigación y Desarrollo de Areas Silvestres Zonas Aridas y Semiáridas de Chile. Documento de Trabajo N°10. Abril 1987. Talca. Chile. 142-152.
- CORNEJO, R.; GÁNDARA, J. 1983. Influencia de la estrata arbustiva en la productividad de la estrata herbácea de la estepa de *Acacia caven* (Mol.). Tesis Ing. For. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 91 p.
- CHACÓN, A. 1981. Diagnóstico técnico-económico secano costero VI Región. Santiago, Chile. Boletín No 8. 222p.
- DONOSO, C. 1978. Dendrología de árboles y arbustos chilenos. Universidad de Chile, Fac. Cs. Forestales. Manual N°2. Santiago, Chile. p 78-79.
- DONOSO, C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. Bosque (Chile). 4 (2): 117-146.
- DUMONT, J.; FERRADA, S.; LANUZA, F. 1990. Utilización de ensilaje de avena en dos estados fenológicos y respuesta a la suplementación protéica en vaquillas. Boletín Técnico N°163. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Remehue, Osorno, Chile, 11p.
- ECHEÑIQUE, J.; ROLANDO, N. 1989. La pequeña agricultura. Agraria. Santiago, Chile. 193 p.

- ESTEVEZ, A.; CASTILLO, E. 1988. Estudio preliminar sobre el potencial alimenticio de la semilla de espino. *Simiente* (Chile). 58 (1-2): 26.
- GAJARDO, M. y VERDUGO, R. 1979. Rendimientos en hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), corteza de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y carbón de espino (*Acacia caven* Mol.) en la V Región. Tesis Ing. For. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 93 p.
- GAJARDO, R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación natural de Chile. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 319 p.
- GÁLVEZ, J.; ACEVEDO, E.; CASANOVA, M.; FICHET, T.; GARFIAS, R.; MAINO, M.; MORA, S.; OLIVARES, A.; ORTIZ, J.; RODRIGUEZ, R.; SCHIAPPACASSE, P.; REYES, H. 1996. Estrategias de desarrollo agrícola en áreas y microrregiones de INDAP, VI Región de Chile. Instituto de Desarrollo Agropecuario, U. de Chile. Santiago, Chile. 630 p.
- GARRIDO, F. 1989. Efectos del silvopastoreo en las características tecnológicas de la madera de *Pinus radiata* D.Don. Tesis Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 64 p.
- GUTIÉRREZ, M.; KARSÚLOVIC, T.; TORRES, P.; LEÓN, A. 1989. Estudio sobre el secado y algunas propiedades de trabajabilidad y usos de madera de algarrobo, espino y tamarugo. Santiago, Chile. CONAF, FAO, PNUD. Documento de Trabajo No 25. p. 6-7.
- HART, R. 1990. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema de finca como base para una metodología de clasificación. En Escobar y Berdegué (eds). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). Santiago, Chile. 284 p.

- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). 1985. Atlas geográfico de Chile para la educación. I.G.M. Santiago, Chile. 140 p.
- LEWIS, E.; TANNER, G.; TERRY, W. 1985. Double vs. single row pine plantation for wood and forage production. South J. App. For. 9:55-61.
- MACDICKEN, K.; VERGARA, N. 1990. Agroforestry, Classification & Management. John Wiley & Sons. Inc. USA. 382 p.
- MELO, E. 1989. Sistemas agroforestales para la agricultura campesina. Serie Tecnología y Ciencia en Agroecología. Año 5 N°1. Corporación Investigación en Agricultura Alternativa. Santiago, Chile. 47 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1994. Plan de acción forestal para Chile, informe final. Santiago, Chile. 28 p.
- MIDEPLAN. 1996. Mapas territoriales de la pobreza por región; áreas pobres y comunas prioritarias. Documentos regionales N°28. Ministerio de Planificación y Cooperación. Santiago, Chile. 167 p.
- MONCAYO, R. 1991. Los campesinos y la participación. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo de los Andes, Lecturas de Extensión N°1. Quito, Ecuador. 193 p.
- NAIR, P. K. 1997. Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 543 p.
- NOVOA, R. 1987. Potencialidad del secano costero chileno. CED, Santiago, Chile. 113 p.
- OLIVARES, A. 1977. Elementos básicos en la utilización de la pradera. En Porte, E. (Ed), Producción de carne bovina. Universitaria. Santiago, Chile. 330 p.

- OLIVARES, A. 1989. El ecosistema silvipastoral. *Avances en Producción Animal* (Chile). 14(1-2): 3-14.
- OLIVARES, A. 1991. El verdadero y gran valor del espino. *Chile Agrícola* 168 (16):200-203.
- OLIVARES, A.; ALVARADO, W. 1991. Relación entre el hábito de crecimiento de *Acacia caven* (Mol) Mol. y la producción de leña y carbón. *Avances en Producción Animal* (Chile). 16 (1-2): 95-107.
- OLIVARES, A.; GASTÓ, J. 1971. Comunidades de terófitas en subseres postaradura y en exclusión en la estepa de *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Fac. de Agr. Boletín Técnico N° 34. p. 1-24.
- OLIVARES, A.; ORTÍZ, G. 1991. Influencia del hábito del crecimiento del espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) en la producción de flores y frutos. *Avances en Producción Animal* (Chile). 16 (1-2): 81-93.
- OLIVARES, A.; CASTILLO, M.; POLZENIUS, G. 1988. Modificaciones de las características microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven* (Mol.) Mol. II. Influencia en la estrata herbácea. *Avances en Producción Animal* (Chile). 13 (1-2): 41-48.
- OLIVARES, A.; CASTILLO, M. y POTTER, W. 1989. Cambios en contenido de humedad, composición botánica y producción de fitomasa en la pradera anual mediterránea bajo la influencia de *Acacia caven* (Mol.) Mol. *Avances en Producción Animal* (Chile). 16 (1-2): 41-52.
- OLIVARES, A.; CORNEJO, R. y GÁNDARA, J. 1983. Influencia de la estrata arbustiva (*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn.) en el crecimiento de la estrata herbácea. *Avances en Producción Animal* (Chile). 8 (1-2): 19-28.

- OLIVARES, B. 1993. Experiencias de la Universidad Austral de Chile en la Investigación Agroforestal en la Décima Región: Un estudio de caso. *In*: Memoria Seminario de Agroforestería: Potencialidades y restricciones dentro del desarrollo del sector forestal chileno. Universidad de Chile. Dpto. de Manejo de Recursos Forestales. Santiago. P: 13-19.
- ORTÍZ, G. 1990. Relación entre el hábito del crecimiento del espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) y la producción de flores y frutos. Tesis Ing. For. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 108p.
- OVALLE, C. y SQUELLA, F. 1988. Terrenos de pastoreo con praderas anuales en el área de influencia climática mediterránea. P 369-410. En: Ruiz, I. (Ed). Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 723 p.
- OVALLE, C.; AVENDAÑO, J. 1984. Utilización silvopastoril del espinal. I. Influencia del espino (*Acacia caven* Mol.) sobre la productividad de la pradera natural. Agricultura Técnica (Chile). 44 (4): 339-345.
- OYARZÚN, V.; PALAVICINO, U. 1984. Evaluación de especies leñosas para ser usadas con fines energéticos en la Provincia de Choapa. Tesis Ing. For. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 159 p.
- PADILLA, S. 1995. Manejo Agroforestal Andino. Proyecto Fao/Holanda: Desarrollo forestal participativo en los Andes. Quito. Ecuador. 262 p.
- PALADINES, O. 1983. Balance forrajero; método para la planificación de los recursos forrajeros del predio. El campesino (Chile). 114 (9): 24-33.
- PEÑALOZA, R.; SOBARZO, L.; HERVE, M. 1983. Desarrollo de la investigación aplicada al uso múltiple del recurso suelo, mediante sistemas silvopastoriles en el sur de Chile. En: Actas de encuentro del

estado de la investigación sobre manejo silvopastoril en Chile, 3 - 4
Noviembre 1993. Universidad de Talca/CONAF VII Región. Talca, Chile.
69-100.

PRADO, J.; INFANTE, P.; ARRIAGADA, M.; AGUIRRE, S. 1988.
Aprovechamiento de la biomasa en zonas áridas y semiáridas. Santiago,
Chile. CONAF, FAO, PNUD. Documento de Trabajo N°15. 61 p.

PYKE, D.; ZAMORA B. 1982. Relationships between overstory structure and
understory production in the grand fir/myrtle boxwood habitat type
Northcentral Idaho. J. Range Manage. 35:769-773.

QUINTANILLA, V. 1981. Carta de las formaciones vegetales de Chile.
Universidad Técnica del Estado. Contribuciones Científicas y Técnicas
N°47. Santiago, Chile. 32 p.

REYES, H. 1997. Tipificación y funcionamiento de los sistemas de producción
y su relación con las innovaciones tecnológicas en economías
campesinas; Comuna de Pumanque, VI Región. Tesis Ing. Agr.
Universidad de Chile. Santiago, Chile. 176 p.

RODRÍGUEZ, E.; MATTEI, S.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile.
Universitaria. Concepción, Chile. 408 p.

ROJAS, C. 1996. Avena de doble propósito; claves para sacarle el máximo. P
32-34. En: Revista Tierra Adentro. Avances Tecnológicos
Agropecuarios. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de
Agricultura. Santiago, Chile.

SANTIBAÑEZ, F.; URIBE, J. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones
sexta y séptima. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. p.i.

- SOBARZO, A. 1982. Pastoreo en plantaciones de Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don). Tesis Universidad Austral de Chile. 87 p.
- SOTOMAYOR, A. 1989. Sistemas silvopastoriles y su manejo. Documento técnico N°42. Revista Chile Forestal, Diciembre 1989. CONAF. 8p.
- SOTOMAYOR, A. 1990. Sistemas silvopastoriles y su manejo. Documento técnico N°43. Revista Chile Forestal, Enero 1990. CONAF. 8 p.
- SQUELLA, F.; SOTO, G. 1993. Desarrollo de sistemas agroforestales en la zona de tendencia desértica y mediterránea árida y semiárida de Chile. CONAF, FAO. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los andes. La Serena, Chile. Serie Documentos Técnicos N°5. 83p.
- TRUCCO, C. 1985. Evaluaciones iniciales de un sistema silvopastoril con *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn. para región mediterránea subhúmeda de Chile. Tesis Ing. Agr. U. de Concepción. Chillán, Chile. 78 p.
- TORQUEBIAU, E. 1993. Los conceptos de la agroforestería; una introducción. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 61 p.
- VARAS, A. 1996. Análisis de crecimiento y predicción del rendimiento silvícola de un sistema silvopastoril con plantación de *Pinus radiata* D. Don. Tesis Universidad de Concepción. Concepción. 57p.
- VITA, A. 1989. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Investigación y desarrollo de áreas silvestres en zonas áridas y semiáridas de Chile. Santiago, Chile. CONAF, PNUD, FAO. Documento de Trabajo N°21. 243 p.

8. ANEXOS

8.1 Anexo N°1. Formulario de registro de información

FORMULARIO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN

Entrevista N° _____ Fecha _____ Hora _____ Nombre Entrevistador _____

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR (JEFE DE FAMILIA)

1. Nombre: _____
2. Edad: _____
3. Estado civil: - Soltero - Casado - Viudo - Conviviente - Otro
4. Características del grupo familiar

Nombre	Edad	Sexo		Nivel de Escolaridad						Relación con jefe de familia	Actividad		
		F	M	Básica		Media		Otra			Estudia	Trabaja predio	Trabaja fuera
				Inc	Com	Inc	Com	Univ	Téc				

II. CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

1. Ubicación _____ Localidad _____
Comuna _____ Distancia a camino principal _____ km
2. Superficie física total _____ ha
 Superficie arable _____ ha Superficie no arable _____ ha
 Superficie con empastadas natural _____ ha Superficie con empastadas artificial _____ ha
 Superficie con riego _____ ha Superficie forestada _____ ha
 Superficie agroforestal _____ ha
 Sup. Huerta casera _____ ha Sup. Agrosilvícola _____ ha
 Sup. silvopastoril _____ ha Sup. Agrosilvopastoril _____ ha Sup. otros sistemas _____ ha
3. Infraestructura, equipamiento de tiro animal y de tracción mecánica

Infraestructura	Si	No	Equipamiento animal	Cantidad	Equipo tracción mecánica	Cantidad
Galpón			Animales de trabajo		Tractor	
Bodega			Arado de palo		Arado tractor	
Sala de ordeña			Arado de vertedera		Coloso	
Corral			Rastra de clavos		Otros	
Manga			Rastra de disco			
Horno carbonero			Sembradora			
Otros.			Enfardadora			

III. TENENCIA DE LA TIERRA

Tipo de superficie	Superficie (ha)	
	Estable (+ de 4 años)	Inestable (- de 4 años)
Propia		
En sucesión		
Tomada en media		
Tomada en arriendo		
Tomada en otra forma (préstamo, ocupación, etc.)		
Dada en media		
Dada en arriendo		
Dada en otra forma		

IV. CARACTERIZACIÓN DE SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS

A. CULTIVOS

Especie	Sup total (ha)	Prod total (cantidad)	Rendimiento	Productos venta	Precio unitario \$	Prod productos principales

B. VIÑAS Y FRUTALES

Especie	Sup total (ha)	Prod total (cantidad)	Rendimiento	Productos venta	Precio unitario \$	Prod productos principales

C. FORESTALES

Especie	Sup total (ha)	Prod total (cantidad)	Rendimiento	Productos venta	Precio unitario \$	Prod productos principales

D. AGROFORESTALES

SISTEMA N°1 _____

Especie	Sup total (ha)	Prod total (cantidad)	Rendimiento	Productos venta	Precio unitario \$	Prod productos principales

E. PRODUCCIÓN DE ANIMALES

Especie	Categoría	Animales sacrificados y autoconsumidos	Animales vendidos	Precio unitario venta (\$)
Ovinos	Corderitos			
Bovinos	Vacunos			
	Vacas			
	Vaquillas			
Caballares				
Cerdos	Chanchos			
	Crías (lechón)			
Aves	Gallinas			
	Pollos			
	Pavos			
Abejas	N° de Colmenas			

F. OTRAS PRODUCCIONES DE ORIGEN ANIMAL

Productos	Producción total	Rendimiento	Ues producidas	Producción consumida	Cantidad vendida	Destino venta
miel						
queso						
cuero						
huevos						

G. MANO DE OBRA

Tipo de mano de obra	N°	Distribución durante el año			
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Permanente familiar					
Eventual familiar					
Parmanente contratado					
Mediería					
Mingaro					

H. OTRAS CONSIDERACIONES

- El productor trabaja al año Fuera del predio _____ días En el predio _____ días
- ¿Sus hijos trabajan fuera del predio? (sólo los que viven con él) a. NO b. SI
- ¿Sus hijos le ayudan económicamente? a. NO B. SI

V. BONIFICACIONES

Tipo bonificaciones	Monto/año	Utilización

Vi. PLAN DE MANEJO

- Descripción del plan propuesto

2. Año origen del plan: _____ 3. Superficie considerada: _____ 4. Propuestas de manejo

VII. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

- ¿Qué organismo le ha otorgado transferencia tecnológica?
 - INDAP
 - CONAF
 - Agroindustria
 - Otros

Señale) _____

- ¿Contrata asistencia técnica?: a. No b. SI
- ¿En que rubros recibe asistencia técnica?
- ¿Ha sido asistido en cursos de capacitación?: a. NO b. SI
- ¿A que curso asistió? ¿Quién se lo entregó y en que año?

VIII. CRÉDITOS

- ¿Ha obtenido crédito? a. NO b. SI Monto (\$): _____ Año: _____
- Finalidad del Crédito:
 - Crédito de operación anual
 - Crédito especial
 - Crédito inversión
 - Otro (especificar)
- Institución que lo otorgó:
 - INDAP
 - Banco del Estado
 - Empresa Comercial
 - Crédito Informal
 - Otro (especificar)

IX. ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA

Tecnología	Adopto	Quién lo aconsejó	Razones de la adopción
Suelos			
Elección de suelo adecuado para cultivo			
Elección de un sitio adecuado para forestar			
Evitar utilización de suelos de menos de 60 cm profundidad			
Evitar suelos de mal drenaje			
Elegir suelos franco arcillosos			
Utilizar los implementos necesarios para preparar el suelo			
Incorporar el rastrojo al suelo			
Eliminar las quemadas de rastrojos			
Otros			
Labores culturales			
Regar por surco			
Regar adecuadamente			
Control de malezas con azadón			
Control de Malezas con herbicidas			
Control de plagas y enfermedades con insecticidas			
Control de plagas y enfermedades con fungicidas			
Otros			
Labores de manejo forestal			
Limpia de malezas			
Podas			
Aplicación de fertilizantes			
Raleos			
Control de plagas			
Control de enfermedades			
Protección de incendios			
Otros			
Cosechas			
Época adecuada			
Definición de instrumentos de cosecha			
Selección de productos según criterio maderable			
Reconocimiento de calidad en productos maderables			
Selección del lugar de acopio de productos forestales			

X. CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES

XI. CROQUIS DEL PREDIO

XII. OBSERVACIONES

