

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE
CARBÓN DE ESPINO *Acacia caven* (Mol.) Mol, EN LA COMUNA
DE PUMANQUE, VI REGIÓN**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

INÉS DE LAS MERCEDES GALAZ MONTERO

Profesores Guías : Ing. Forestal, M.C., Sr. Roberto Garfias Salinas
Ing. Agrónomo, Ing. Comercial Sr. Rolando Chateauneuf Deglín

SANTIAGO - CHILE
2004

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. LA AGRICULTURA CAMPESINA	4
2.2. EL SECANO COSTERO DE LA SEXTA REGIÓN	4
2.3. APTITUD AGROECOLÓGICA DE PUMANQUE	5
2.4. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE	5
2.4.1. Usos de la especie	6
2.5. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA	6
2.6. CARBÓN VEGETAL	8
2.6.1. Producción de carbón	8
2.6.2. Características del carbón vegetal.....	9
2.7. NORMAS LEGALES QUE RIGEN LA EXPLOTACIÓN DE LA ESPECIE	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. OBJETIVO GENERAL	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4. MATERIAL Y MÉTODO	14
4.1. MATERIAL	14
4.1.1. Ubicación y descripción del lugar de estudio	14
4.1.2. Fuentes de información.....	14
4.2. MÉTODO	14
4.2.1. Delimitación del universo	16
4.2.2. Recolección de la información.....	16
4.2.3. Descripción de las variables	16
4.2.4. Análisis de los datos	18
5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	19
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES DE CARBÓN DE ESPINO	19
5.1.1. Identificación de los productores de carbón de espino	19
5.1.1.1. Tamaño de la unidad familiar	19
5.1.1.2. Edad y género del jefe de familia.....	20
5.1.1.3. Nivel de escolaridad del jefe de familia	20
5.1.2. Estructura de las unidades productivas	21
5.1.2.1. Características generales de la unidad productiva.....	21
5.1.2.2. Superficie total y tenencia de la tierra.....	22
5.1.2.3. Uso del suelo.....	24
5.1.2.4. Disponibilidad de mano de obra	26
5.1.2.5. Transferencia tecnológica	28
5.1.2.6. Ingreso familiar.....	29
5.1.2.7. Unidad animal.....	32
5.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN DE ESPINO.....	33
5.2.1. Superficie disponible con espino	33
5.2.2. Origen de la especie y tipo de regeneración	34
5.2.3. Intensidad de corta y número de intervenciones por año.....	35
5.2.4. Características del proceso de producción de carbón de espino	38
5.2.4.1. Descripción del proceso de carbonización	38

5.2.4.2.	Tipo de horno.....	42
5.2.4.3.	Tamaño de la carga	42
5.2.4.4.	Tiempo de demora de la horneada	44
5.2.4.5.	Mano de obra utilizada en el proceso.....	45
5.2.5.	<i>Producción y precios de venta</i>	47
5.2.6.	<i>Rendimiento del proceso</i>	47
5.2.7.	<i>Uso y destino del carbón de espino</i>	50
5.2.8.	<i>Plan de manejo</i>	50
5.3.	LINEAMIENTOS GENERALES DE MEJORAMIENTO	51
5.3.1.	<i>Intervenciones silviculturales para la producción de carbón de espino</i>	51
5.3.2.	<i>Comercialización del carbón de espino</i>	52
6.	CONCLUSIONES	54
7.	BIBLIOGRAFÍA	56
8.	APÉNDICES	60

ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. Principales características del carbón vegetal de madera</i>	10
<i>TABLA 2. Productores de carbón de la comuna de Pumanque, según género y rangos de edad</i>	20
<i>TABLA 3. Disponibilidad de mano de obra familiar según tipo para cada productor de carbón de espino de la comuna de Pumanque</i>	26
<i>TABLA 4. Distribución de la mano de obra predial según tipo, y valor total de mano de obra para cada propietario en estudio</i>	27
<i>TABLA 5. Transferencia tecnológica recibida por los productores de carbón de la comuna de Pumanque, según rubro expresada en porcentajes</i>	28
<i>TABLA 6. Composición promedio del ingreso bruto predial según actividad económica para los productores de carbón de espino de la comuna de Pumanque</i>	31
<i>TABLA 7. Existencias de ganado por especies en Unidad Animal y Carga Animal para cada productor de carbón de espino de la comuna de Pumanque, y valores promedio y totales</i>	32
<i>TABLA 8. Estimación de la madera cortada para la producción de carbón de espino, expresada en metros estéreos, metros cúbicos y metros cúbicos extraídos por hectárea, para cada productor</i>	38
<i>TABLA 9. Valores promedio de las trozas utilizadas en la producción de carbón y volúmenes estéreo de leña de espino para los productores de la comuna de Pumanque</i>	43
<i>TABLA 10. Tiempo de demora de la horneada y tiempo del proceso de producción de carbón para cada propietario expresado en número de días y valores promedios</i>	45
<i>TABLA 11. Mano de obra utilizada en el proceso de elaboración de carbón de espino</i>	46
<i>TABLA 12. Producción de carbón de espino, pérdidas y precios de venta para la temporada 2002, según propietario expresado en toneladas</i>	47
<i>TABLA 13. Rendimientos de carbón de espino, valores totales y promedios según dos métodos, para los productores de la comuna de Pumanque</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio	15
Figura 2. Tamaño del grupo familiar expresada en porcentajes, para los productores de carbón de espino de la Comuna de Pumanque.	19
Figura 3. Nivel de escolaridad del jefe de familia de los productores de carbón de Acacia caven expresado en porcentajes.	21
Figura 4. Tamaño predial y valor promedio para los productores de carbón de espino pertenecientes a la comuna de Pumanque.	23
Figura 5. Tenencia de la tierra según tipo, expresado en porcentajes para la totalidad de productores de carbón de espino de la comuna de Pumanque, para el periodo 2001-2002.	23
Figura 6. Mapa de identificación de los productores de carbón de espino pertenecientes a la comuna de Pumanque.	25
Figura 7. Mano de obra familiar y extrafamiliar y valor promedio, expresada en jornadas hombre/año según productores de carbón de espino para la comuna de Pumanque.	28
Figura 8. Ingreso bruto predial para los productores de carbón de espino de la comuna de Pumanque, en U.F. para el año 2002.	30
Figura 9. Ingreso neto predial anual para los productores de carbón de espino en U.F., para la temporada 2001-2002.	30
Figura 10. Participación del ingreso por concepto de la producción de carbón de espino en el ingreso bruto predial, según propietario, expresado en porcentajes, durante el periodo 2001-2002.	31
Figura 11. Carga animal total para cada productor de carbón de espino pertenecientes a la comuna de Pumanque (U.A./año/ha).....	33
Figura 12. Superficie disponible con la especie Acacia caven presentada para la totalidad de los productores de carbón de la comuna de Pumanque, expresado en hectáreas, para el periodo 2001-2002.	34
Figura 13. Tipo de intervención al bosque de Acacia caven para los productores de carbón de la comuna de Pumanque. A. Regeneración vegetativa producto del raleo. B. Extracción completa del árbol.	35
Figura 14. Superficie intervenida en hectárea, para la producción de carbón de espino durante el año 2002, según propietario.	35
Figura 15. Número de intervenciones por año y número de veces de fabricación de carbón según propietario para el periodo 2002.	37
Figura 16. Ejemplos de la intensa intervención producto de la extracción de la especie para la fabricación de carbón.	37
Figura 17. Proceso de fabricación de carbón de espino para la totalidad de casos estudiados.	39
Figura 18. Subetapas de la extracción del recurso arbóreo para la producción de carbón de espino. A. Descepado. B. Acopio y secado de la leña. C. Cargado del horno. D. Carga dentro del horno.	40
Figura 19. Etapa de quemado de la carga.	41
Figura 20. Etapa de descarga y ensacado del producto.	42
Figura 21. Tipos de hornos utilizados para la producción de carbón de espino. A. Horno. B. Hornilla.	43
Figura 22. Tiempo de demora promedio para cada una de las de las etapas de la producción de carbón de espino, expresado en número de días.	44
Figura 23. Mano de obra utilizada en el predio y en la producción de carbón de espino para cada productor de la comuna de Pumanque, expresado en jornadas hombre/año.	45
Figura 24. Relación porcentual de mano de obra utilizada en la producción de carbón con respecto a la mano de obra total para cada productor de carbón de espino para la comuna de Pumanque.	46
Figura 25. Estimación de la producción de carbón por hectárea para cada uno de los propietarios pertenecientes a la comuna de Pumanque.	49

RESUMEN

Con el propósito de caracterizar los productores de carbón de espino (*Acacia caven*) de la comuna de Pumanque, Chile (temporada 2001-2002), se utilizó una entrevista semiestructurada.

Se analizaron ocho productores, los que basaban su economía en actividades silvoagropecuarias conformadas por los subsistemas agrícola (cultivo de trigo, garbanzo y avena), ganadero (bovinos, ovinos, equinos y en menor proporción caprinos) y forestal (uso del bosque esclerófilo para la extracción de hojas de boldo, corteza de quillay y la producción de carbón de espino).

Los propietarios presentaron un grupo familiar promedio, de tres integrantes y unidades productivas que abarcaban superficies de 25 a 1300 ha, ocupando principalmente mano de obra extrapredial.

El ingreso bruto promedio estimado fue de 1.574,7 U.F. De esta cifra, el subsistema agrícola participaba en un 50,0%, la ganadería en un 32,8% y la actividad forestal en un 16,0%. La producción de carbón de espino representa el 75% del subsistema forestal, tomando mayor importancia a medida que el tamaño predial y el ingreso bruto familiar disminuían.

La producción de carbón alcanzó las 264 ton/año, con un rendimiento promedio de 24,1%. Se determinó una baja producción de carbón promedio por hectárea (0,6 ton), debido al deteriorado estado del bosque. No se constató la presentación de planes de manejo para el periodo de análisis.

Se detectó una falta de técnicas silviculturales para realizar adecuadamente la selección de los individuos. Se recomienda el manejo del espinal por monte bajo para la producción de leña y favorecer una estructura de monte alto para el manejo silvopastoril.

Además, se verificó una baja capacidad de gestión y falta de organización local, lo que provoca una inadecuada comercialización del carbón de espino. Se sugiere la asociación de los productores con la finalidad de acortar la cadena de comercialización y aumentar el valor agregado del producto

Palabras claves: *Acacia caven*, carbón, sistemas de producción, Chile.

SUMMARY

In order to characterize the producing charcoal proprietors of hawthorn (*Acacia caven*) of the commune of Pumanque, Chile, in season 2001-2002, was used a semistructured interview.

The group in study included eight producers, those that based their economy on silvoagropecuarias activities conformed by the subsystems agricultural (culture of wheat, chick-pea and oats), cattle dealer (bovine, ovine, equinos and in smaller proportion goat) and forest (use of the forest esclerófilo for the extraction of leaves of boldo, crust of quillay and the hawthorn charcoal production).

The proprietors presented a compound familiar group in average, by three members, where the productive units included surfaces of 25 has to 1300 has, occupying mainly extrapredial manual labor.

As well, the gross entrance considered average was of 1,574.7 U.F. Of this number, the agricultural subsystem participated in a 50%, the cattle ranch in a 32.8% and the forest activity in a 16%. The hawthorn charcoal production conforms 75% of the forest subsystem, taking greater importance as the so large predials and the familiar gross entrance diminished.

The charcoal production presented a total volume of 264 ton/año, with a yield average of 24,1%. Average by hectare was determined a low charcoal production (0.6 ton), which responds to the deteriorated state of the forest, which has been used intensively, eliminating the best individuals and of greater age. The presentation of plans of handling for the period in analysis was not stated.

This situation is translated in a lack of techniques that allow to make of sustainable way the selection of the individuals, for which, the handling of the spinal one by low mount for the firewood production is recommended and to leave sectors for a silvopastoril handling, favoring the high mount structure.

One verified a low capacity of management and lack of local organization, which causes an inadequate commercialization of the hawthorn coal. The association of the producers with the purpose is suggested of shortening the commercialization chain and of increasing to the added value of the product.

Key words: *Acacia caven*, charcoal, production systems, Chile.

1. INTRODUCCIÓN

La población rural en su mayoría, sufre problemas de marginalidad económica y social, lo que los obliga a desarrollar actividades de subsistencia, sobreutilizando los escasos recursos disponibles. La comuna de Pumanque no se escapa a estas condiciones, donde los sistemas de producción de los campesinos se caracterizan porque las condiciones ambientales no son capaces de generar una alta productividad en las tareas silvoagropecuarias, ya sea a causa de problemas de abastecimiento de agua, escasez de combustible, forraje para el ganado, suelos degradados, procesos de desertificación, falta de capacidad empresarial por parte de los productores y una marcada brecha tecnológica de sus sistemas de producción (Reyes, 1997).

Bajo esta misma perspectiva, la principal fuente de energía para el sector rural ha sido por décadas la vegetación nativa y arbustiva, a pesar de la introducción de nuevas formas de energía, haciendo evidente la importancia de este combustible en los sectores más pobres. En la zona en cuestión se presenta el bosque esclerófilo y matorral espinoso de gran valor por presentar especies multipropósitos como el espino (*Acacia caven*), el cual es utilizado primordialmente para la producción de leña y carbón.

Es así como, la producción de carbón de espino es una actividad que se ha desempeñado generación tras generación de manera similar, sin experimentar mejoras tecnológicas en su producción y comercialización. Además, se debe tener en cuenta la importancia que esta actividad representa para las familias campesinas ya que conforma parte importante de sus ingresos.

Por otra parte, el bosque espinoso se presenta deteriorado por lo intensivo de la extracción con fines meramente productivos; sin olvidar que esta actividad se desarrolla de manera ilegal, debido principalmente a la falta de fiscalización por parte de las instituciones encargadas y por el costo que representa la formulación de un plan de manejo para los propietarios.

Los estudios realizados referentes al matorral espinoso están relacionados principalmente, con el manejo silvicultural de la especie para conocer la respuesta de estos a diferentes tratamientos. Sin embargo, son escasas las investigaciones que se relacionan con la caracterización y producción de carbón vegetal, que apuntan al mejoramiento del sistema. Desconociendo los productores el correcto manejo y las diversas ventajas que presenta la especie.

Dentro de esta problemática, se decide realizar el presente estudio, con el objetivo de caracterizar el sistema de producción de carbón de espino (*Acacia caven*) de los propietarios de la comuna de Pumanque VI Región, perteneciente a la provincia de Colchagua, con el propósito de generar lineamientos de mejoramiento y analizar el sistema que se practica en el área en estudio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA AGRICULTURA CAMPESINA

Chile excluida la Antártica, presenta una superficie de 75,6 millones de hectárea, de las cuales, 25 millones son de aptitud agropecuaria, con 11,6 millones de hectáreas disponibles para uso forestal (ODEPA, 2002). No posee frontera agrícola, por lo que las posibilidades de incrementar la producción, generar empleo y mantener un porcentaje significativo de la población en el área rural dependen de cambios tecnológicos, de la productividad y del desarrollo de actividades económicas no propiamente agropecuarias, sin perjudicar la incorporación del trabajo en el proceso de desarrollo (Boeninger, 1981).

Shejtman (1982), define a la economía campesina como “al sector de la actividad silvoagropecuaria nacional, en que el proceso productivo se lleva a cabo en unidades de tipo familiar, con el objeto de asegurar, ciclo a ciclo, la reproducción de sus condiciones de vida y de trabajo o, si se quiere, la reproducción de los productos y de la propia unidad de producción”.

Por otra parte, INDAP define la pequeña explotación agrícola como aquella que cuenta con menos de 12 hectáreas de riego básico y con activos inferiores a las 3.500 UF. El sector campesino se caracteriza principalmente por uso de mano de obra familiar, disponibilidad limitada de capital y tecnología y una relación deficiente con el mercado (Echeñique, 1991).

La actual forma de articulación entre el sector rural y el resto de la economía y la sociedad no es sustentable. El proceso de modernización no ha incorporado a la pequeña agricultura, aumentando la brecha tecnológica entre ésta y la agricultura comercial, haciendo más precaria la estabilidad en el control de la tierra para los pequeños agricultores (Echeñique, 1991).

Según Schultz (1969) para enfrentar el tema de la transformación de las economías, anteriormente expresada, la única posibilidad se aprecia en la intervención externa, donde lo que se requiere es un mejoramiento en la calidad de los medios de producción agrícola y en proporcionarlos a precios que permitan a los agricultores adquirirlos con provecho y aprender a utilizarlos eficientemente.

2.2. EL SECANO COSTERO DE LA SEXTA REGIÓN

Según Novoa (1987), el secano corresponde a aquellas áreas que no son regadas, donde las precipitaciones suministran toda el agua disponible para los cultivos y que no presentan riego.

El secano costero de la Sexta Región contiene a las comunas de Navidad, Litueche, La Estrella, Pichilemu, Marchigüe, Pumanque, Paredones y Lolol (Chacón, 1981).

El Ministerio de Planificación y Desarrollo (MIDEPLAN, 1996) determinó que el secano costero de la Sexta Región es un área pobre y que presentan un alto grado de ruralidad, observándose principalmente en las zonas de minifundio, siendo los grupos sociales más

afectados los asalariados de temporada y los pequeños productores agrícolas.

Se relacionan las causas de la pobreza con la agricultura de subsistencia que se desarrolla en el área y a la baja capacidad de gestión y falta de organización; además se suma la falta de calificación de mano de obra en la zona, afectando a la competitividad de sus productos; debido a que el fuerte de la actividad económica es la actividad agropecuaria. Se observa la falta de empleos estables concentrados en algunos meses del año, junto con esto se agrega la carencia de capital que el pequeño agricultor presenta, orientando su producción preferentemente al autoconsumo y a la comercialización del excedente (MIDEPLAN, 1996).

Por otra parte, el secano costero se caracteriza porque del orden del 90% de la superficie corresponde a terrenos de aptitud forestal, que se destinan a uso pecuario extensivo y en oportunidades a uso agrícola. El área se ubica en posiciones de pendientes fuertes y presenta un alto grado de erosión (Chacón, 1981).

2.3. APTITUD AGROECOLÓGICA DE PUMANQUE

La comuna presenta una aptitud agroecológica, principalmente para la producción de trigo, presencia de empastadas, actividad forestal y vida silvestre (CIREN, 1993). Novoa (1987), establece que la potencialidad para los sistemas de producción de la comuna, es aproximadamente tres veces la producción actual. Un ejemplo, se observa en la producción de trigo, en la cual, se podría obtener 50 qq/ha, con una fluctuación entre 35 y 55 qq/ha. Por otra parte, las praderas tienen un potencial medio de 6000 kg de materia seca por hectárea, variando entre 5300 y 6200 kg con lo cual, se podría obtener 2100 litros de leche por ha o 210 kg de carne por hectárea, siendo el potencial para el ganado bovino principalmente enfocado para carne.

La principal deficiencia que afecta a la productividad en la comuna de Pumanque, es el alto grado de erosión, que corresponde al 95 % de la totalidad de la superficie, el que se relaciona con el tipo de suelo existente. Donde predominan los suelos derivados de material granítico y metamórficos, los que se caracterizan por la susceptibilidad a la erosión, la sobreutilización y técnicas de laboreo a los que son expuestos (Reyes, 1997).

2.4. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE

El espino, *Acacia caven* (Mol.) Mol, es una especie nativa perteneciente a la familia de las Mimosaceae (FAO, 1997). Es originaria de zonas áridas y semiáridas de América del sur. En Chile, presenta una amplia distribución geográfica, formando extensos matorrales espinosos, que abarcan una superficie de 3,8 millones de hectáreas, aproximadamente (FAO, 1997). El espino se distribuye entre la III y VIII regiones, observándose desde la precordillera andina en la Provincia de Copiapó hasta la del Bío-Bío, entre los 60 y 1.200 m.s.n.m. (Rodríguez *et al.* , 1983).

Rodríguez *et al.* (1983), consideran al espino como un árbol pequeño, de copa semiesférica de fuste tortuoso que puede alcanzar diámetros de hasta 50 cm y una altura de 2 a 6 m. Puede presentar uno o más vástagos, de 1 a 2 m de longitud (FAO, 1997). Sus tallos y ramas poseen espinas que nacen desde la base de las hojas, estas últimas son compuestas bipinadas; sus flores son hermafroditas dispuestas en glómérulos densos y su fruto es una legumbre indehiscente grueso y oblongo de 3 a 10 cm de largo y hasta 2,5 cm de diámetro (Rodríguez *et al.*, 1983; FAO, 1997). La madera es dura, pesada y muy consistente, de hermoso color, en la que contrasta la albura amarillenta, del duramen

rojizo oscuro y veteado (FAO, 1997).

El espino es una especie que tolera periodos prolongados de sequía, con gran capacidad de rebrote. Se adapta bien a terrenos erosionados, donde su crecimiento es lento y no alcanza grandes tamaños (FAO, 1997). Crece en suelos profundos, con bajo contenido de materia orgánica, de textura franco-arenosa y se ha observado que su crecimiento óptimo se obtiene en suelos planos de origen aluvial. Las condiciones ambientales más favorables son las posiciones de ladera baja, con suelos planos o escasa pendiente, de preferencia lugares con pendientes menores a 30% (FAO,1997).¹

2.4.1. Usos de la especie

El espino se caracteriza por ser una especie multipropósito, es decir, se puede utilizar con diversos fines, entre ellos se destaca el ser usado como una especie dendroenergética, para la producción de leña y carbón, donde este último se caracteriza por ser de excelente calidad. Además, se utiliza como especie melífera, en la artesanía, en tornería, para estacas de viñas, entre otros (Rodríguez *et al.*, 1983).

2.5. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA

La principal fuente de energía que usa la población rural en los países de menor desarrollo, ha sido la vegetación nativa y arbustiva (Duchens, 1985). FAO (1983), estimó que el 60% de toda la madera extraída en el mundo, se destina a combustible, ya sea de manera directa o transformándola en carbón.

El INE (2002), determinó que en Chile sólo el 13,4% de la población vive en zonas rurales (2.026.322 habitantes), donde la madera es el principal combustible para cocinar y para la calefacción. Es en este sector donde se consume más energía, lo que se relaciona con la disponibilidad del recurso asociado al factor cultural (CNE,1994).

La Comisión Nacional de Energía para el año 2001 determinó que el consumo nacional fue de 260.272 teracalorías de las cuales, el 38% corresponde al consumo de petróleo y crudo (105.573 tcal), el 19 % es hidroelectricidad (18.645 tcal), el 19% gas natural (68.359 tcal), 15% corresponde a consumo de leña y otros (42.462 tcal) y el 9% corresponde a carbón mineral (25.206 tcal) (CNE, 2002).

Para el año 1992 el consumo de leña y derivados fue de 9,4 millones de toneladas, de las cuales el 74% corresponde a leña (6,9 millones de toneladas), el 17% a desechos forestales (1,6 millones de toneladas), el 7% a desechos industriales (0,7 millones de toneladas) y sólo el 2% corresponde a carbón vegetal (0,2 millones de toneladas). Es el sector rural el que consume un 67,6% del total de la producción de carbón vegetal; a su vez, el sector urbano consume un 32,4% del total (CNE,1994).

El espino se ha empleado como leña y carbón, ambas de primerísima calidad. El espino es utilizado con una mentalidad extractiva que busca la mayor utilidad inmediata, sin considerar el deterioro y la destrucción del recurso. Aunque no está permitida la corta del espino sin un plan de manejo, ésta se hace en forma ilegal y ha proliferado la venta de leña y carbón de espino (Alvarado, 1989).

Por estas razones es imperante la realización de estudios al respecto, con el fin de visualizar y determinar las falencias en el sistema de producción de carbón para lograr el

manejo sustentable del recurso.

2.6. CARBÓN VEGETAL

El espino es y ha sido tradicionalmente utilizado para la fabricación de carbón, según el estudio realizado por FAO (1983). Existen diversas definiciones de carbón vegetal. FAO (1983), lo define como el residuo sólido, que se obtiene, por efecto del proceso de carbonización de la madera, el cual se realiza controlando la entrada de aire en un espacio cerrado, como lo es el horno, el que puede ser de tierra, ladrillo, cemento armado o metal. El control se ejecuta durante el proceso de pirólisis, con el objetivo que la madera no se quemé.

Por otra parte, la Comisión Nacional de Energía (1992), lo define como el material proveniente de la combustión incompleta de la madera, principalmente de espino y otras maderas nativas en la zona norte; y roble "hualle" (*Nothofagus obliqua*) en la zona sur.

2.6.1. Producción de carbón

La fabricación de carbón vegetal es una actividad que puede realizarse con un insumo muy insignificante de capital y de conocimientos técnicos. La clave del éxito reside en comprender los efectos ecológicos que sobre el ambiente tiene la corta de árboles, para luego tomar las medidas apropiadas tendientes a salvaguardar los intereses a largo plazo de los habitantes mediante la aplicación de técnicas aptas de manejo (Earl, 1976).

Las tecnologías utilizadas para la obtención de carbón, pueden ser tradicionales o modernas. Todas ellas son útiles, sin embargo, los costos de inversión son muy distintos y la viabilidad de su uso no se da en todos los países de igual manera (Marcos, 1989).

Para la producción de carbón se pueden utilizar hornos fijos u hornos portátiles, los que presentan diferencias en el rendimiento. Los hornos fijos corresponden a cámaras cerradas, con puertas en una extremidad para cargar la madera y descargar el carbón, y con una serie de orificios alrededor de la base, para la entrada del aire, que pueden taparse cuando sea necesario. Por lo general, presentan chimeneas o una serie de ellas que alternan con los orificios de entrada del aire (Earl, 1975).

Los hornos portátiles, generalmente son de metal. Se utilizan principalmente cuando se realiza un uso intensivo de mano de obra y son convenientes para operaciones forestales de refinamiento. Earl (1975), lo define como la limpieza y clareo de los montes naturales, con el fin de aumentar los árboles madereros de la cosecha definitiva.

FAO (1983), señala que el proceso de fabricación de carbón comprende varias unidades operativas, como la cosecha de la madera; secado y preparación de la madera para la carbonización; carbonización de la madera; tamizado, almacenamiento y transporte a depósito o puntos de distribución.

Gajardo y Verdugo (1979), a su vez, proponen que la producción de carbón de espino cuenta con las siguientes faenas: corte, desrame, destroce o trozado, apilado, amarre, transporte, carbonización, ensacado, pesaje y comercialización del producto.

Cada proceso cumple una función importante en el rendimiento y calidad del producto final. A su vez, el proceso de carbonización está conformado por cuatro fases: combustión, deshidratación, fase exotérmica y enfriamiento (Earl, 1975).

Combustión: se produce durante la ignición de la madera (arde intensamente) en presencia de gran cantidad de oxígeno, de modo que se pueda calentar profundamente la carga antes de llegar a la fase de deshidratación. Durante este período la temperatura aumenta a más de 500°C. Luego, el oxígeno se reduce drásticamente y la temperatura desciende a valores entre los 120-150°C. Los productos que se desprenden en esta etapa son dióxido de carbono y agua.

Deshidratación: esta etapa es variable, la que puede comprender desde horas hasta días, dependiendo fundamentalmente de la humedad de la carga y del tipo de horno utilizado.

A medida que la madera se seca, la temperatura aumenta lentamente hasta alcanzar los 300°C, antes de iniciar las reacciones exotérmicas de la carbonización. En esta etapa sólo se desprende vapor de agua.

Fase exotérmica: una vez que la deshidratación se completa, se produce un rápido aumento de la temperatura hasta unos 700°C, comenzando a desprenderse productos de descomposición tales como ácido acético, alcohol metílico, alquitranes, etc. Además de vapor de agua, se obtiene CO y CO₂, quedando como residuo el carbón vegetal. El humo expelido es amarillo, caliente y aceitoso.

Enfriamiento: se produce cuando la carga carbonizada alcanza la temperatura ambiente y la velocidad con que se enfríe dependerá de las capacidades de transmisión de calor de las instalaciones y de las condiciones climáticas reinantes.

Una vez que el proceso ha concluido, se procede a llenar los sacos y transportarlos, con el objeto de comercializarlos. La comercialización del carbón se realiza mediante la venta directa desde las carretas u ocasionalmente, por intermedio de comerciantes mayoristas en las ciudades más grandes. Los precios varían de acuerdo a la estación y la localidad (Earl, 1976).

Según el estudio realizado en la comuna por Álvarez y Muñoz (1999), el precio de venta de carbón de espino fluctúa entre los 80 y 120 pesos el kilogramo en los últimos años. Esto puede deberse a las condiciones de comercialización, y al número de intermediarios que existen en la cadena de comercialización.

2.6.2. Características del carbón vegetal

El carbón vegetal está compuesto químicamente por carbono, como componente principal y algo de hidrógeno, oxígeno y cantidades mínimas de nitrógeno (Marcos, 1989).

Las principales características del carbón vegetal, son el rendimiento en peso, peso específico, dureza, contenido de humedad, contenido de sustancias volátiles, entre otras. Cada una de ellas juega un rol importante en las características del producto final. En la tabla 1, se presentan las principales características del carbón vegetal (Earl, 1975).

TABLA 1. Principales características del carbón vegetal de madera.

Característica	Valor asignado
Rendimiento en peso	20% - 30% del peso seco de la madera.
Rendimiento en volumen	50% del volumen de la madera
Peso específico aparente	0,2 – 0,5
Peso específico real	1,3 – 1,5
Dureza	Variable, según densidad de la madera
Humedad	Va desde 1% al 16%
Contenido de sustancias volátiles	
Hidrocarburos	7% al 30%
Contenido de carbono fijo	80% al 90%
Valor calorífico	7,1 kcal/g
Cenizas	0,5% al 10%

Fuente: Earl, 1975.

La relación existente entre la producción de leña verde y su rendimiento en carbón, está en proporción directa, perdiéndose aproximadamente un 70% del peso en el proceso de carbonización (Gajardo y Verdugo, 1979).

El tiempo necesario para el ciclo completo de carbonización depende primordialmente del contenido de humedad de la leña, del tamaño del horno y de las temperaturas durante la carbonización (Forest products laboratory, 1964).

El contenido de humedad, es uno de los factores limitantes en el proceso de fabricación de carbón. La madera seca presenta un mayor rendimiento de carbón vegetal, comparado con la madera húmeda; además, la madera seca tiende a acortar los tiempos de carbonización (Earl, 1975).

El proceso de secado de la madera puede realizarse al aire libre antes de ser ingresada al horno, lo que permite reducir los tiempos de carbonización hasta en un 40%. Es esencial que el agua desaparezca de la leña para que se forme una zona de acción carbonizadora (Forest products laboratory, 1964).

A su vez, el secado de la madera favorece el transporte de la materia prima, ya que al disminuir el contenido de humedad, disminuye el peso de la carga. Por otra parte, al cargar el horno con madera húmeda se debe realizar un consumo adicional de combustible para hacer perder la humedad, lo que trae como consecuencia la disminución del rendimiento global (FAO, 1983).

Por otra parte, son limitados los medios para modificar la velocidad fija del aumento de la temperatura. Los intentos por acelerar la velocidad, a través, de la entrada de aire, elevarán excesivamente la temperatura del horno y empeorarán el rendimiento en carbón y la calidad de éste (Forest products laboratory, 1964).

La composición química elemental del carbón vegetal está en función de tres factores, materia prima utilizada, temperatura de carbonización y tecnología de carbonización. Esta última influye principalmente al condicionar la velocidad de calentamiento, el tiempo de residencia en el horno y la forma de escape de sustancias volátiles (Marcos, 1989).

La materia prima utilizada implica las propias características de la especie, como densidad, por ejemplo. El tamaño de la madera que se ingresa al horno, se relaciona estrechamente con la velocidad de carbonización. Las piezas grandes se carbonizan lentamente, puesto que la transferencia del calor en el interior de la madera es un proceso relativamente lento. El tamaño utilizado más adecuado para carbón es de 45 a 60 cm de largo, con diámetros que no excedan los 20 cm; pueden utilizarse trozas con diámetros cercanos a 30 cm, siempre que su longitud no supere los 30 cm (FAO, 1983).

Por otra parte, la temperatura determina teóricamente el rendimiento del carbón, ya que el aumento de la temperatura fija mayor porcentaje de carbono y elimina material volátil. Bajas temperaturas de carbonización dan mayor rendimiento de carbón, pero de mala calidad (68 % carbono fijo) por contener bajo concentraciones de carbono fijo y alquitranes ácidos, que no son eliminados a esta temperatura (300°C). Un buen carbón debe tener por lo menos 75% de carbono fijo, para lo cual, se requieren temperaturas de 500°C (FAO, 1983).

Alvarado (1989), indica que el carbón de espino posee dos veces más valor calorífico por unidad de peso y más eficiencia energética en su aplicación que la leña de este mismo.

Gajardo y Verdugo (1979) calcularon para el espino un Poder Calorífico Superior (P.C.S.) de 4641,9 cal/g para leña, y de 7496,0 cal/g para carbón vegetal.

2.7. NORMAS LEGALES QUE RIGEN LA EXPLOTACIÓN DE LA ESPECIE

El Decreto Ley N° 701 de 1974, tiene por objeto regular la actividad forestal en suelos de aptitud preferentemente forestal y en suelos degradados e incentivar la forestación, en especial, por parte de los pequeños propietarios forestales y aquella necesaria para la prevención de la degradación, protección y recuperación de los suelos del territorio nacional.

La *Acacia caven* es una especie que pertenece al tipo forestal esclerófilo el cual, se encuentra regulado por el Decreto Ley N° 701 de Fomento Forestal y Ley de Bosques N° 4363 de 1931.

Las instituciones encargadas de regular y fiscalizar la extracción en el matorral espinoso son CONAF y SAG, las cuales intervienen dependiendo del tamaño de la zona a cosechar, es decir, los rodales con características de bosque definido en el reglamento D.L. 701 de fomento forestal; el cuerpo responsable es CONAF. En caso contrario, si la formación no corresponde a un bosque¹, el responsable de fiscalizar es el SAG. Además, el D.S. N° 259 de 1979, entrega un conjunto de normas técnicas que pretende mejorar y desarrollar los recursos forestales; aquí se define los métodos de corta autorizados para el tipo forestal, los que corresponden a corta de protección y cortas selectivas. Para el primero el propietario deberá establecer 3000 plántulas por hectárea como mínimo, de la

¹ Bosque: formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie no inferior a 5000 m², con una cobertura superior al 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25 % en circunstancias más favorables.

misma especie cortada, para el segundo caso sólo se podrá extraer el 35 % del área basal del rodal, debiendo establecer como mínimo 10 plantas de igual especie por cada individuo cortado o 3000 plantas por hectáreas del tipo correspondiente, restringiendo a cinco años más tarde una nueva intervención. Cabe destacar que cualquier intervención requiere de la aprobación de un plan de manejo, ya sea para la recuperación de terrenos con aptitud agrícola o con el fin de explotar áreas con especies forestales.

Por su parte, la ley de bosque D.S. 4363, 1931 de característica más proteccionista prohíbe la corta de árboles y arbustos nativos ubicados a menos de 400 metros sobre manantiales que nazcan en los cerros y situados a más de 200 metros de sus orillas desde el origen de la vertiente hasta que llegue al plano. Prohíbe la corta o destrucción del arbolado situado a menos de 200 metros de radio de los manantiales que nazcan en terrenos planos no regados. La corta o explotación de árboles y arbustos nativos ubicados en pendientes superiores a 45 %. No obstante, se podrá cortar en dichos sectores sólo por causas justificadas y previa aprobación de plan de manejo en conformidad al decreto Ley N°701.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el sistema de producción de carbón de espino de los propietarios pertenecientes a la comuna de Pumanque, Sexta Región; con el propósito de entregar orientaciones de mejoramiento para dicho sistema.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar a los productores de carbón de espino que pertenezcan a la comuna de Pumanque.

Analizar el sistema de producción de carbón de espino que se practica en el área en estudio.

Generar lineamientos para mejorar el sistema de producción de carbón de espino en la comuna de Pumanque.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. MATERIAL

4.1.1. Ubicación y descripción del lugar de estudio

El estudio se desarrolló en la comuna de Pumanque, provincia de Colchagua, Sexta Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Ésta se encuentra ubicada entre los paralelos 34° 29' S y 34° 42' S y entre los meridianos 71° 32' O y 71° 51' 30'' O (CIREN, 1991) (figura 1).

Limita al norte con las comunas de Marchigüe y Peralillo, al este con la comuna de Santa Cruz; al sur con la comuna de Lolol, al oeste con la comuna de Paredones y al noroeste con Pichilemu. A su vez, Pumanque, se encuentra dividida administrativamente en cinco distritos: Pumanque, Ranquihue, Reto, Nilahue Cornejo y Nilahue.

La Comuna posee una superficie de 44.090 ha de las cuales, 43.209 ha están destinadas a uso agropecuario, predominando los suelos graníticos y metamórficos de los cuales el 95% se encuentra erosionado (Novoa, 1987). A su vez, está conformada por 3442 personas, la que en su totalidad corresponde a población rural. La comuna se caracteriza por pertenecer a las 100 comunas más pobres del país, ubicándose como la séptima de la región (CIREN, 1991; INE, 2002, MINAGRI, 1993).

Según el INIA (1989), la comuna presenta un clima mediterráneo marítimo, denominado como agroclima Pumanque, el que se presenta al oriente de la Cordillera de la Costa, entre los 32° 50' y 35 ° S. El régimen térmico presenta una temperatura media anual de 14,9°C, con una mínima media de 5,8°C en el mes de julio y una máxima media de 27,7°C en el mes de enero. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 439 mm, siendo el mes más lluvioso, junio, con 126 mm. La estación seca se concentra en seis meses, desde noviembre a abril.

4.1.2. Fuentes de información

Para el desarrollo de la memoria se utilizaron cartas IGM de la comuna (escala 1: 20.000), con la topografía, cursos de agua, centros poblados, límites y red caminera. Además, se utilizaron ortofotos (escala 1: 20.000), con los roles de propiedad de la zona.

4.2. MÉTODO

El método empleado se sustenta en la metodología de Sondeo Rural Rápido (SRR), la cual fue diseñada con el fin de ser aplicada para el desarrollo rural. Ésta permitió desarrollar las entrevistas semiestructuradas con las cuales, se obtuvo la información necesaria para identificar, caracterizar y analizar a los productores de carbón.

El Sondeo Rural Rápido, se caracteriza por ser una actividad semiestructurada, lo que permite la flexibilidad dentro del proceso, es innovador, interdisciplinario, informal y se realiza en el campo. Siete son las técnicas que lo conforman: revisión de datos secundarios, observación directa, entrevistas semi-estructuradas, juegos analíticos, historias y retratos, diagramas y seminarios de análisis (lluvia de palabras) (Moncayo, 1991).; para el caso en estudio sólo se consideran las tres primeras etapas.

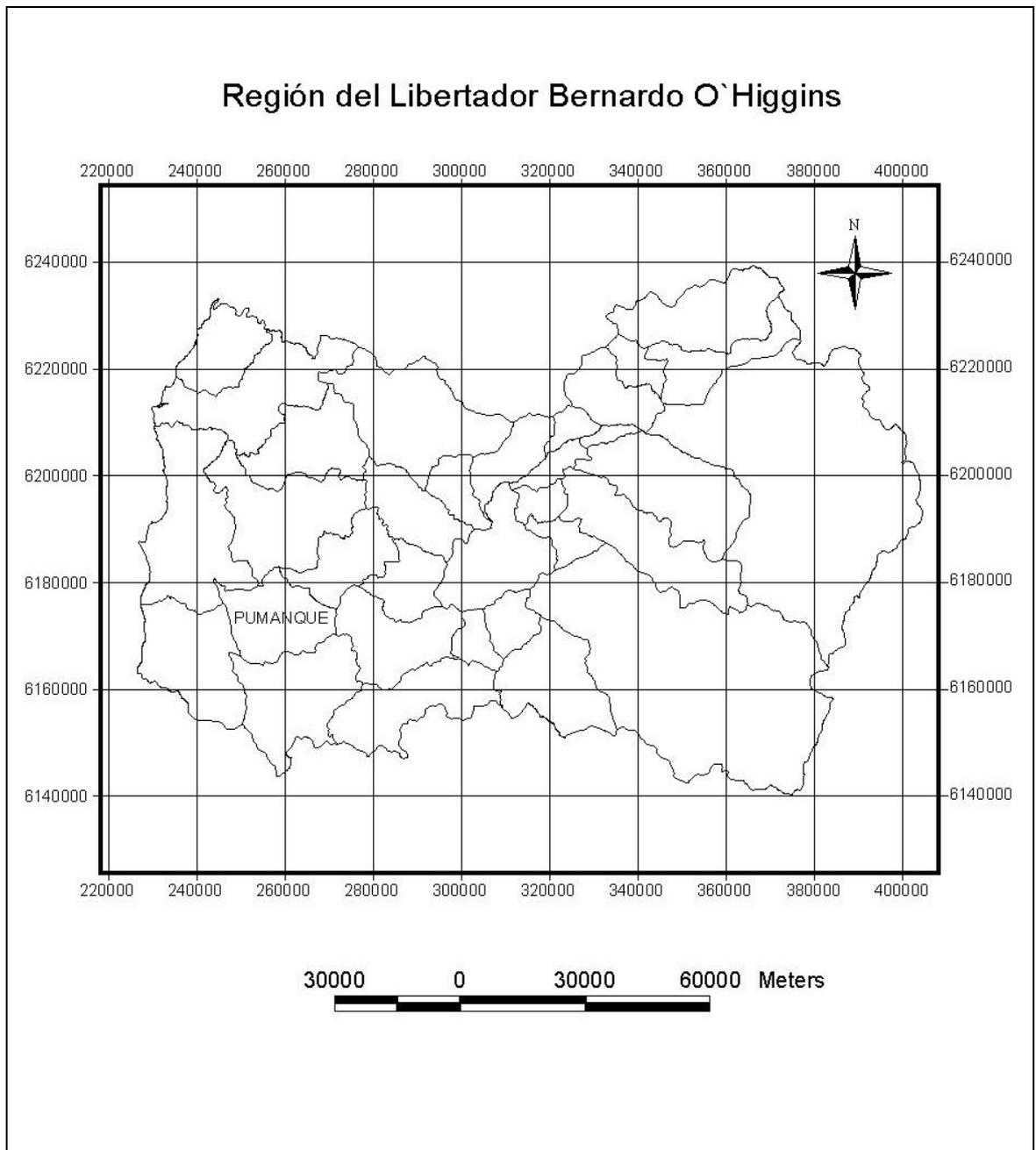


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

4.2.1. Delimitación del universo

El estudio se efectuó sobre el 89% de los propietarios que presentaron exclusivamente producción de carbón de espino durante el período 2001 - 2002, los que corresponden a ocho productores.

4.2.2. Recolección de la información

La información se obtuvo en dos etapas, una fase de prediagnóstico y una segunda fase de diagnóstico. La primera estuvo conformada por la revisión bibliográfica más una salida de reconocimiento en el mes de agosto del año 2002 a la comuna de Pumanque, con el fin de identificar a los productores de carbón de espino, para delimitar de manera cuantitativa el universo a censar.

La etapa de diagnóstico, se realizó durante los meses de octubre a diciembre del año 2002, a través de la utilización de entrevistas semi-estructuradas, con el objeto de describir y caracterizar los sistemas productivos de los pequeños propietarios.

La entrevista fue realizada al jefe de familia, o en su defecto al administrados del predio que se encontró en el momento de efectuar la entrevista.

4.2.3. Descripción de las variables

Para caracterizar el sistema productivo de carbón de espino en el universo en estudio, se han definido las siguientes variables:

Unidad familiar o Grupo familiar: es el conformado por todas las personas, familiares o no, que comparten el ingreso, la vivienda y las actividades que originan los sistemas productivos.

Disponibilidad de mano de obra: es la mano de obra disponible, proveniente de la familia y la mano de obra extrafamiliar. La primera, cuenta con el aporte de los miembros de la familia que presenten entre 14 años y 65 años. Las mujeres y quienes se encuentren fuera de este rango se considera que aportan 0,5 jornadas hombre (J.H). Una jornada hombre equivale a ocho horas de trabajo.

La mano de obra extrafamiliar, corresponde a la fuerza de trabajo que no proviene de la familia, la que es remunerada en dinero o en especies.

Ingreso familiar: se define como ingreso bruto predial, el cual está conformado por el ingreso proveniente de las actividades productivas desarrolladas en los sistemas productivos y el ingreso extrapredial. Se valoriza en U.F, que es la unidad utilizada por el INDAP, para tal efecto se utilizó el valor del mes de marzo 2003, el que corresponde a \$16.693,25.

Nivel de escolaridad del jefe de familia: se han definido seis indicadores relacionados al jefe de familia:

- Educación básica incompleta
- Educación básica completa

- Educación media incompleta
- Educación media completa
- Educación superior (completa o incompleta)
- Analfabetismo

Tenencia de la tierra: diversos autores han definido tenencia de la tierra como las relaciones legales o tradicionales bajo los cuales, una o un grupo de personas mantienen derechos sobre la propiedad, el uso de la tierra y goce de su fruto o el control de obligaciones en el proceso productivo. En este contexto se han determinado las siguientes categorías:

- Individual: corresponde a las unidades productivas en que la tierra es propia, arrendada, proveniente de sucesiones o goce.
- Sólo toma mediería: la tierras provienen exclusivamente en mediería
- Sólo da mediería: toda la superficie predial se entrega en mediería
- Individual y toma en mediería: la superficie de origen individual se complementa con tierras en mediería.

Unidad animal (U.A): para convertir los diferentes tipos de ganado a unidad animal se utiliza la definición dada por el INDAP, con el objeto de comparar la presión ejercida sobre el recurso forrajero por el ganado.

Para bovinos: los toros y bueyes corresponden a 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. Para equinos: caballos, potros y yeguas presentan un valor de 1,2 U.A y potrillos y potrancas 0,9 U.A.

Los ovinos presentan un índice de 0,12 U.A para carneros y ovejas y en el caso de corderos el índice es de 0,05 U.A.

Para caprinos el valor del índice es de 0,08 U.A. para chivos y cabras y de 0,05 U.A para cabras de primer encaste; para cabritos no se reporta valor.

Superficie existente con espino: es el área que presenta individuo(s) de *Acacia caven* destinada a la producción de carbón.

Número de intervención(es) por año: número de cortas anuales, de *Acacia caven*, con el fin de fabricar carbón.

Intensidad de corta: cantidad de m³/ ha, de *Acacia caven*, que se retiran en promedio al año de la superficie explotada.

Origen de especie: se refiere a si la procedencia de la leña (de espino), es del propio predio o de otro lugar.

Tipo de regeneración: se definen dos tipos: la regeneración natural, ya sea por semilla o vegetativa, y la forestación con la especie (*Acacia caven*) en el área intervenida.

Tipo de horno: existen diferentes tipos de hornos para la producción de carbón de espino, los que se caracterizan por ser fijos. Basado en el estudio efectuado por Reyes (1997), se consideran el horno convencional de barro y la hornilla.

Tiempo de demora de la horneada: considera el tiempo que transcurre desde el encendido de la carga en el horno, hasta el termino del proceso y el enfriamiento de ésta, es decir, justo antes de estar lista para ser sacada del horno.

Tamaño de la carga: se consideran dos partes, la primera referida al volumen total que ingresa al horno, medido en metros rumas o metros cúbicos. La segunda parte se refiere a las dimensiones dadas a la carga, como longitud máxima y mínima; y diámetros máximos y mínimos.

Rendimiento: este valor se obtiene del cuociente entre el peso de la carga que ingresa al horno en forma de leña (tamaño de la carga) y el peso de la carga que sale una vez finalizado el proceso en forma de carbón.

Uso y destino del carbón: se desea cuantificar las unidades (sacos de 40 Kg aproximadamente) que se destinan a la venta y las unidades destinadas al autoconsumo.

Plan de manejo: si presentan o no plan de manejo para la intervención del predio, con el objeto de la producción de carbón.

Transferencia tecnológica: se revisará entre la población en estudio, si han recibido algún tipo de transferencia tecnológica, en la producción de carbón, principalmente.

4.2.4. Análisis de los datos

La información recolectada durante el diagnóstico fue analizada por medio de estadística descriptiva, basada principalmente en medias aritméticas y frecuencias. Para ello se utilizó la planilla de cálculo Excel 6.0.

Los datos obtenidos a través de la entrevista semi-estructurada entregaron las bases para la caracterización del sistema de producción de carbón de espino, los cuales a su vez, entregaron los principios para desarrollar el análisis del sistema de producción de carbón de espino, el que se basa en la comparación de la experiencia con la bibliografía consultada y las entrevistas a expertos. Con la información obtenida se determinan las falencias en el sistema de producción de carbón el que permitió entregar lineamientos generales para el mejoramiento del sistema.

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se entregan los resultados obtenidos que permiten la identificación caracterización y análisis del sistema de producción de carbón de espino de los propietarios de la comuna de Pumanque, a través de las variables descritas en la metodología

5.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES DE CARBÓN DE ESPINO

5.1.1. Identificación de los productores de carbón de espino

Con el objeto de dar un marco referente que permitan identificar a los propietarios productores de carbón, a continuación se describen un grupo de indicadores.

5.1.1.1. Tamaño de la unidad familiar

El grupo de propietarios que formaron parte del estudio está compuesto en promedio por tres integrantes, con un valor modal de dos. Se observa que el 12,5% de las familias presentan un integrante; el 50% está compuesto por dos integrante; un 25% presenta cuatro integrantes y el 12,5% restante de las familias están conformadas por cinco personas (figura 2).

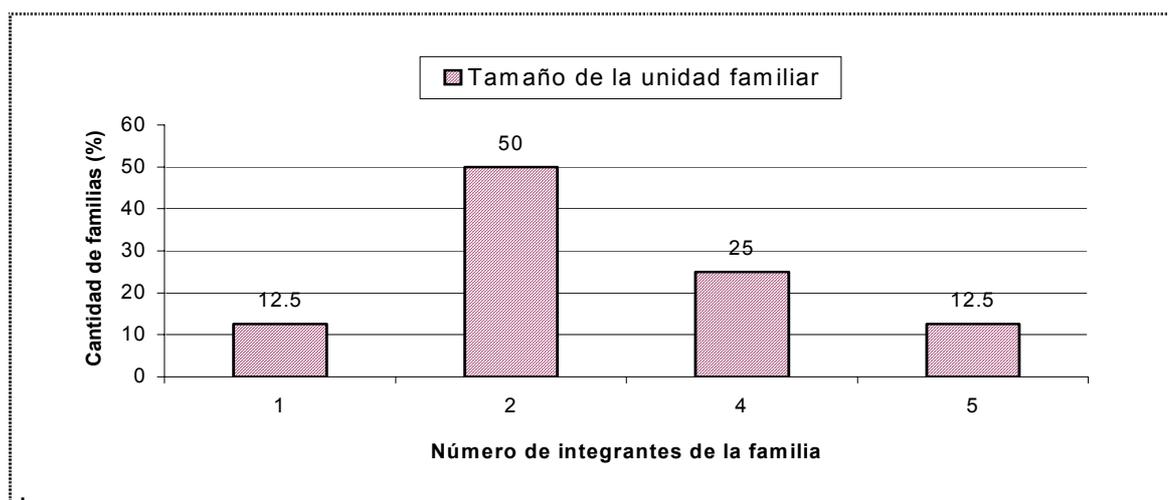


Figura 2. Tamaño del grupo familiar expresada en porcentajes, para los productores de carbón de espino de la Comuna de Pumanque.

Reyes (1997), quien tipificó a los pequeños propietarios de la comuna de Pumanque, determinó que el 32,7% de las familias están conformadas por dos a tres personas y para las familias compuestas por cuatro a cinco miembros están representadas por el 38,1%, lo que difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio.

A su vez, los resultados entregados por Garfias (2001), quien caracterizó los sistemas agroforestales de la comuna de Pumanque, también difieren de los resultados obtenidos por el presente estudio. Para las familias compuestas por un integrante corresponde el 10,7% y los grupos familiares de dos a tres integrantes presentan un 35,7%, y el 33,9% de las familias están formadas por cuatro a cinco personas. Esto puede relacionarse con que ambos estudios (Reyes, 1997; Garfias, 2001) presentaron un tamaño muestral

superior al universo definido en este estudio (113 y 53 unidades productivas respectivamente, con relación a ocho observaciones de la presente investigación).

5.1.1.2. Edad y género del jefe de familia

En el presente estudio se obtuvo una edad promedio para los jefes de familia de 57,3 años, lo que concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios realizados en la comuna. En efecto, Reyes (1997) estableció una edad promedio de 55 años y Garfias (2001), obtuvo un promedio de 62,2 años.

En la tabla 2 se observa que el 75% de los jefes de familia corresponde a hombres (6 casos) y el 25% de los casos son mujeres (2 casos). Estos valores son similares a los obtenidos por Larraín (2001), quien desarrolló tecnologías agroforestales para pequeños productores en la comuna de La Estrella (comuna que presenta características similares a las del presente estudio), donde el 14% corresponden a mujeres y el 86% corresponde a hombres.

Se puede observar que la edad promedio femenina es inferior a la edad promedio masculina, 54 años y 58,3 años, respectivamente. La edad de los jefes de familia refleja la realidad que se presenta en el país y principalmente en el sector rural, donde la migración hacia las ciudades en busca de mejores expectativas por los integrantes más jóvenes de las familias ha provocado que se concentre la población de mayor edad en estas áreas (tabla 2).

TABLA 2. Productores de carbón de la comuna de Pumanque, según género y rangos de edad.

Rangos de edad (años)	Número de jefes de hogar, según género		Total	%
	Hombres	Mujeres		
25 – 40	1	-	1	12,5
41 – 55	1	1	2	25
56 – 70	2	1	3	37,5
70 – 85	2	-	2	25
> 85	-	-	0	0
Total	6	2	8	100
Porcentaje (%)	75	25	100	
Edad promedio	58,3	54	57,3	

5.1.1.3. Nivel de escolaridad del jefe de familia

Para el universo en estudio no se observaron jefes de familia analfabetos ni con enseñanza básica incompleta, siendo la educación técnica la más frecuente entre los productores con un 37,5%. Además, un 25% de los productores presentan educación universitaria, ellos se caracterizan por ser personas mayores de 70 años, con un nivel socioeconómico alto (figura 3).

Se observa una situación poco representativa ya que los propietarios presentan un nivel de educación básica y media completa en la mayoría de los casos, que comparado con

otras investigaciones han determinando un alto nivel de analfabetismo y una baja proporción de jefes de familia que presentan educación superior (técnica y universitaria). Chacón (1981), obtuvo valores para la Sexta Región con índices de analfabetismo de 29% y un 2,2% para jefes de familia del grupo familiar que accede a la educación superior.

A su vez, la educación básica completa, media completa y media incompleta, presentan un 12,5%, cada uno respectivamente. Estos resultados difieren de estudios realizados por Garfias (2001), Reyes (1997) y Larraín (2001) que determinaron que un 18% de los productores terminaron la educación básica y que un 7% de los jefes de familia poseen educación media incompleta y un 6% de la muestra presentaban educación media completa.

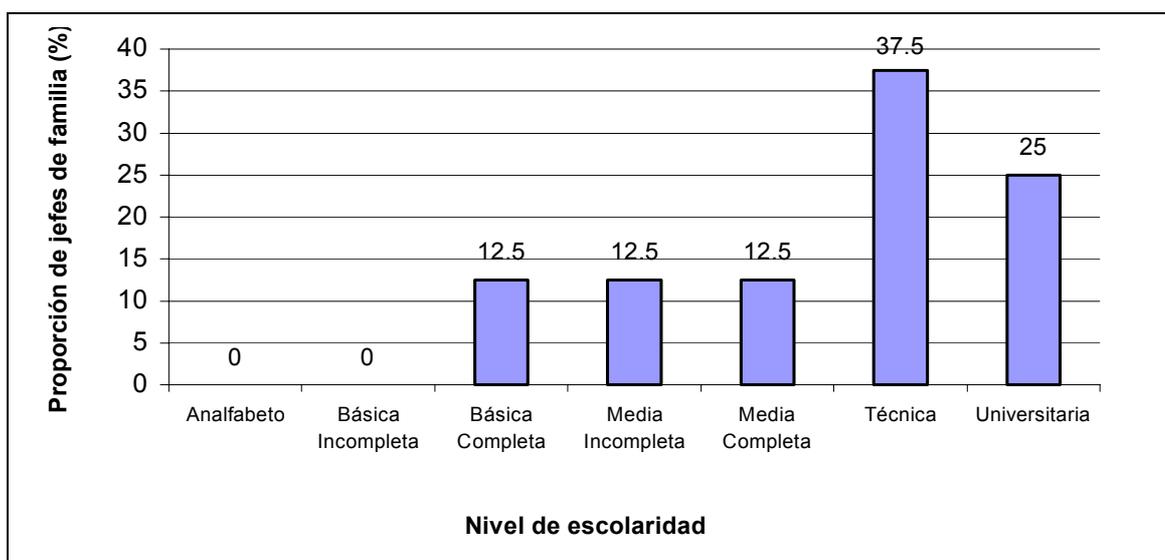


Figura 3. Nivel de escolaridad del jefe de familia de los productores de carbón de *Acacia caven* expresado en porcentajes.

5.1.2. Estructura de las unidades productivas

A continuación se describen las principales características asociadas a las actividades silvoagropecuarias que desempeñan los propietarios productores de carbón pertenecientes a la comuna de Pumanque.

5.1.2.1. Características generales de la unidad productiva

La producción campesina está conformada por múltiples actividades como agricultura, ganadería, silvicultura, recolección; entre las que se establecen relaciones de interdependencia, materializada en el flujo de energía e información lo que permite analizarla como un sistema. Este carácter viene dado por las relaciones entre sus constituyentes, lo que no resulta de la simple suma de sus elementos, sino primordialmente, del modo en que están articulados y actúan unos sobre otros (Bahamondes, 2000). La presente investigación contempla la descripción del sistema de producción de carbón de espinillo y las interrelaciones con los otros subsistemas que se desarrollan en el predio.

El subsistema agrícola que presentan los productores de carbón de espino está conformado por cultivos de trigo, garbanzos y avena, principalmente. También se observó la producción de maíz, porotos y zapallo, en menor proporción.

El subsistema pecuario está compuesto por ganado bovino, ovinos, equinos y aves principalmente; y en menor proporción ganado caprino.

El subsistema forestal, se basa en la utilización del bosque esclerófilo para la extracción de hojas de boldo y corteza de quillay. Por otra parte, la producción de carbón es la actividad más importante en este rubro en cuanto a mano de obra utilizada y en el aporte al ingreso familiar. A su vez, el 75% de los productores presentan plantaciones con especies exóticas como *Eucalyptus globulus* y la mayoría de ellos ha explotado la plantación o se encuentran cerca de completar la rotación.

Las principales limitaciones de la unidad productiva de la Comuna, son la erosión y deterioro de los recursos naturales asociado a una baja capacidad de gestión y falta de organización local que inciden directamente en una inadecuada comercialización de los productos (PLADECO, 2001). Estas características se reflejan en un bajo aprovechamiento de los recursos teniendo menores rendimientos en las actividades agropecuarias. Por otra parte, son los propios agricultores los que han expresado su interés en ir disminuyendo progresivamente la actividad agrícola y aumentar el manejo de ganado que presenta mayores retribuciones económicas; esta condición podría desembocar en una situación de diferenciación campesina.

5.1.2.2. Superficie total y tenencia de la tierra

La totalidad de los productores poseen una superficie de 3.838 ha, lo que representa el 8,7% del área total de la Comuna. En las unidades productivas se encontraron superficies entre las 25 ha y las 1300 ha, concentrándose en las 250 ha, con un valor promedio de 479,3 ha (figura 4).

Los resultados obtenidos permitieron establecer tres tipos de propietarios, agrupados en función del tamaño predial. El primer grupo corresponde a quienes poseen una superficie menor a las 100 ha (un caso); el segundo asocia a los productores que tienen una explotación entre las 180 ha y las 400 ha (cuatro casos) y el último grupo presenta un tamaño predial superior a las 400 ha (tres casos). Esta tipificación determina las diferencias existentes que mas bien responde a un problema de escala entre las observaciones y se ve representado en algunas variables como ingreso bruto, carga animal, mano de obra, uso del suelo y participación del ingreso por concepto de la producción de carbón en el ingreso total.

Con respecto a la tenencia de la tierra, el 75% de los productores presentan tenencia individual de los cuales, el 50% poseen superficie propia; el 16,7% corresponde a propietarios que sus terrenos provienen de la sucesión y el 33,3% restante poseen terrenos propios los que son complementados con el arriendo. En menor proporción se presenta la categoría de individual y toma en mediería, con un valor de 25%. Cabe destacar que este valor corresponde a dos de las observaciones, que representa la condición que normalmente se presenta en las zonas rurales, donde los productores como una forma de generar ingresos y de disminuir el riesgo desarrollan la mediería, la cual consiste en que el propietario aporta la tierra y asume 50% de los costos, recibiendo la mitad de la producción (figura 5).

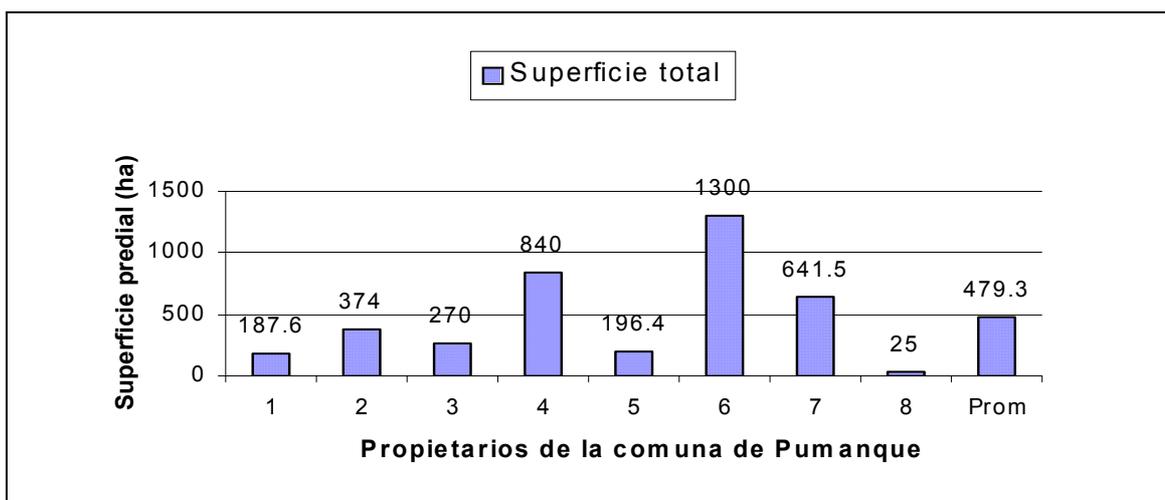


Figura 4. Tamaño predial y valor promedio para los productores de carbón de espino pertenecientes a la comuna de Pumanque.

Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Garfias (2001) y Larraín (2001), los que determinaron que un 90% de los casos presentaban superficie individual. A su vez, Reyes (1997) obtuvo alrededor de un 30% para predios que se encontraban en situación de dar o tomar mediería en algún porcentaje de la totalidad de sus tierras; observación que concuerda con los resultados entregados en el presente estudio, lo que refleja que no ha variado el tipo de tenencia de la tierra en la Comuna en los últimos años.

Una de las características que presentan los productores que conforman el estudio es que poseen una superficie promedio superior a las obtenidas por cualquier otro estudio realizado en la zona, ya que el grupo objetivo es diferente. Esto explica las diferencias encontradas en tamaño predial.

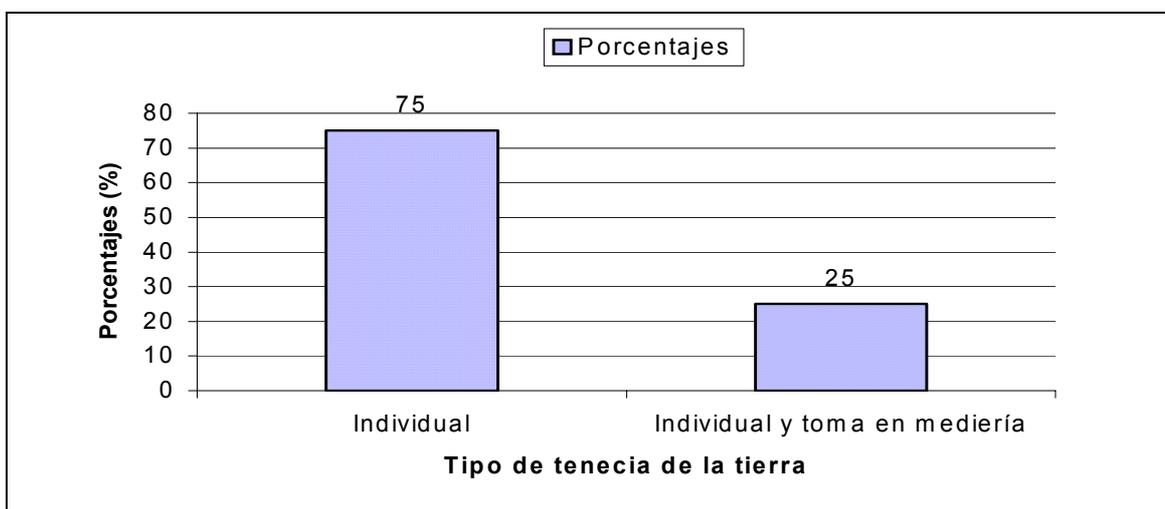


Figura 5. Tenencia de la tierra según tipo, expresado en porcentajes para la totalidad de productores de carbón de espino de la comuna de Pumanque, para el periodo 2001-2002..

5.1.2.3. Uso del suelo

Los predios en estudio se caracterizan por encontrarse en zonas planas y de lomajes suaves, donde el principal uso del suelo corresponde a prácticas agroforestales, en particular silvopastoril y agrosilvopastoril. El componente leñoso es el espino, que forma parte de un matorral dispuesto de manera irregular, es decir, se encuentran dispersos con densidades variables entre los 10 y 1000 árboles/ha. Además, se encontró como estrato simple y esporádicamente asociado a quillay (*Quillaja saponaria*) y maitén (*Maytenus boaria*) (figura 6).

La totalidad de los productores desarrollan actividades agrícola, ganadera y forestal otorgando diferentes proporciones de la explotación a cada una de ellas. La interacción entre cada una de estas labores se presenta de manera permanente, ya que el ciclo se va repitiendo, donde los productores ocupan en promedio 14,9% de la superficie del predio en la agricultura y al año siguiente cultivan otro sector de igual o diferente extensión. El uso con fin agrícola es limitado, el que se relaciona con las características del suelo, las restricciones ambientales y tecnológicas que presentan.

La ganadería ocupa en promedio la mayor proporción del predio (alrededor del 90%), relacionado con la aptitud del suelo. Este comportamiento, responde a lo extensiva de la actividad que se desarrolla con un uso rotativo de la pradera y rastrojos de los cultivos que conforman parte de la dieta del ganado, dejando para rezago los sectores ya talajeados.

La actividad forestal, para lo cual se consideró el área intervenida para la producción de carbón y plantaciones u otros usos; abarca el 13,1% de la superficie. Donde las forestaciones se han masificado en las últimas dos décadas, significándoles a los productores un ingreso adicional a largo plazo. Por otra parte, la existencia de espino se observó en casi todo el terreno, compartiendo usos con la agricultura y ganadería.

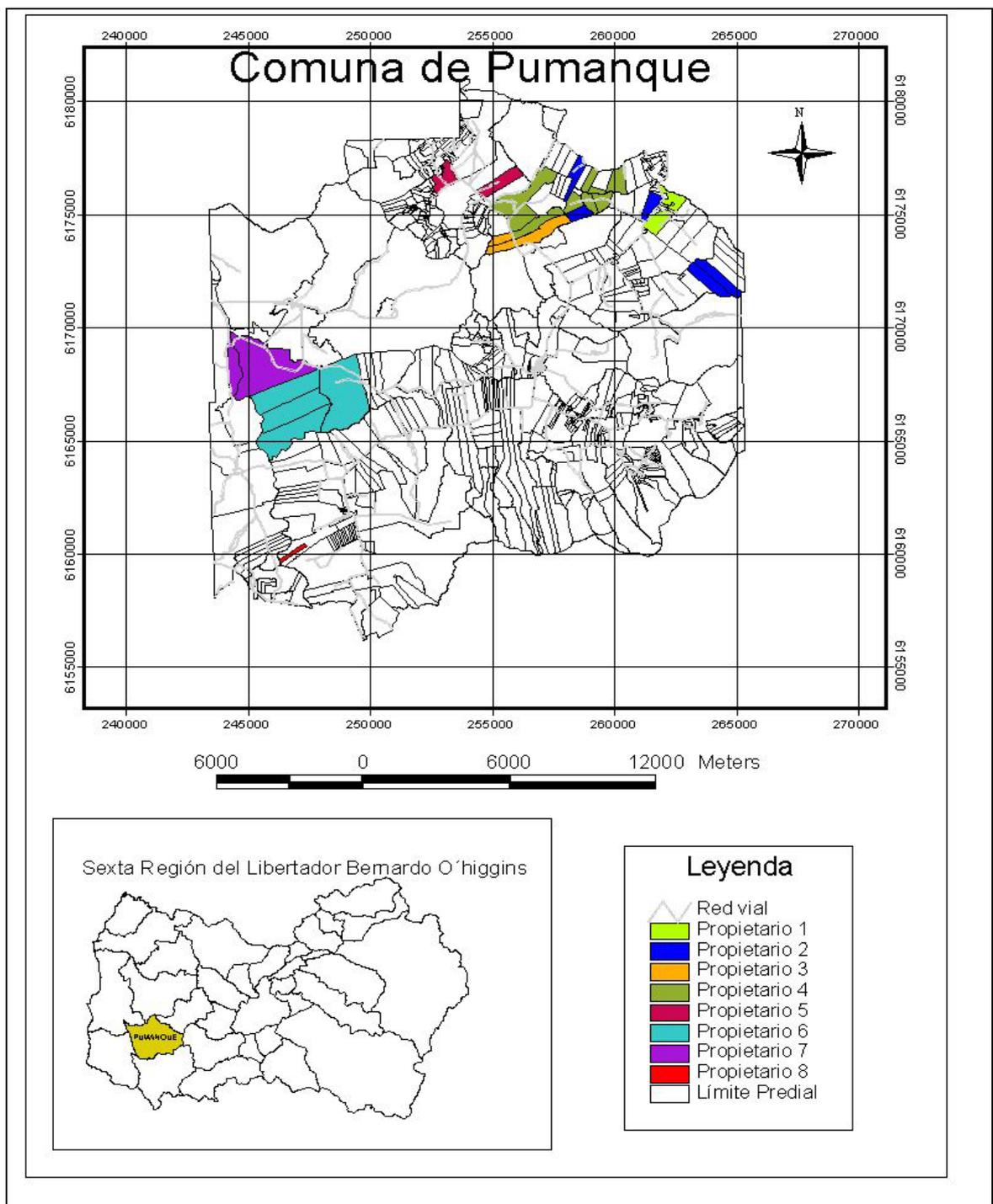


Figura 6. Mapa de identificación de los productores de carbón de espino pertenecientes a la comuna de Pumanque.

5.1.2.4. Disponibilidad de mano de obra

La mano de obra no calificada disponible por familia arrojó en promedio 4,4 jornadas hombre al año. Se destaca que son las mujeres de cada familia las que aportan mayor disponibilidad de mano de obra.

Se observó dos categorías de mano de obra familiar, la calificada y la no calificada. La primera corresponde a los propietarios que se dedican a desarrollar tareas de administración del predio; para el segundo caso, los jefes de familia realizan los trabajos en el predio como la siembra o cosecha de sus cultivos (tabla 3).

La baja disponibilidad de mano de obra se puede explicar ya que las familias que presentan menor disponibilidad de mano de obra, concentran un menor número de integrantes (dos). Se destaca que ningún miembro de la familia realiza trabajo extrapredial.

TABLA 3. Disponibilidad de mano de obra familiar según tipo para cada productor de carbón de espino de la comuna de Pumanque.

DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA FAMILIAR (J.H./AÑO)			
Propietarios	Mano de obra familiar predial utilizada		Disponibilidad de mano de obra
	Permanente	Eventual	
1	225*	-	5
2	490	-	0
3	150*	-	5
4	290*	-	0
5	855	-	20
6	290*	-	0
7	106*	-	0
8	410	24	5
Promedio	355	3	4,4

* Considera mano de obra calificada y no calificada. Corresponde a los propietarios que administran su predio, dejando las labores silvoagropecuarias a mano de obra contratada.

El grupo en estudio presentó un valor total de 9.518 J.H./año y un valor promedio de 1.189,75 J.H./año, los que consideran la mano de obra familiar y la extra familiar, que es utilizada para desarrollar cada una de las actividades que requiere el predio (actividades silvoagropecuarias). El valor promedio de mano de obra familiar corresponde a 358 J.H./año, con una disponibilidad de 2.864 J.H/año. Estos valores discrepan de otras investigaciones realizadas en la zona (Reyes, 1997; Larraín, 2001) las cuales determinaron un promedio de 670 J.H./año aproximadamente. Esta condición responde a un número promedio inferior de integrantes de las familias y a una superficie promedio superior que por otra parte, da como resultado la necesidad de contratar mano de obra para desarrollar las actividades prediales (tabla 4).

A su vez, las mujeres aportan en promedio 123,1 J.H./año; combinando tareas de administración del predio, labores del hogar y para uno de los casos, ayuda a desempeñar algunas faenas como regadío de cultivos.

TABLA 4. Distribución de la mano de obra predial según tipo, y valor total de mano de obra para cada propietario en estudio.

Composición de la Mano de obra en jornadas hombre al año						
Propietarios	Mano de obra familiar		Mano de obra extrapredial			Mano de obra total
	Permanente	Eventual	Permanente contratado	Eventual contratado	Mediería	
1	225	-	461	21	-	707
2	490	-	-	279	-	769
3	150	-	310	-	262	722
4	290	-	1295	288	-	1.873
5	855	-	-	272	-	1.127
6	290	-	975	210	190	1.665
7	106	-	1875	-	-	1.981
8	410	24	-	240	-	674
Total	2816	24	4.916	1.310	452	9.518
Promedio	355		614,5	163,8	56,2	1.189.75

En la figura 7 se aprecia que la mano de obra está conformada principalmente por mano de obra extra familiar: en cinco de los ocho casos predomina la mano de obra extrapredial. Obteniendo un valor promedio de 834,7 J.H/año que duplica el valor promedio de mano de obra promedio familiar de 355 J.H/año. Cabe destacar que se ha considerado la mano de obra calificada y mano de obra no calificada, según sea el caso.

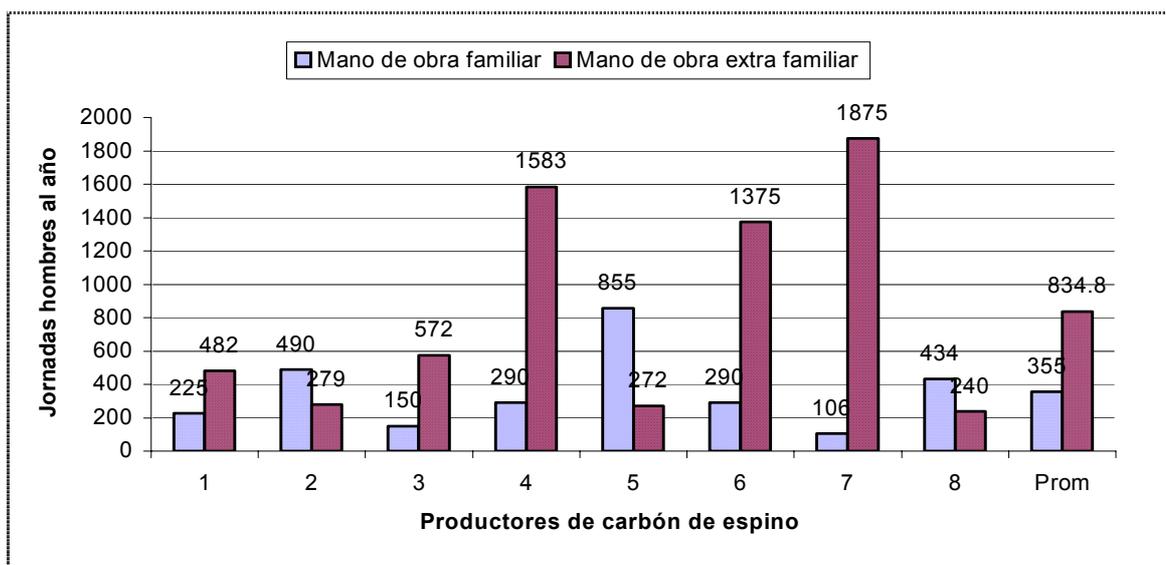


Figura 7. Mano de obra familiar y extrafamiliar y valor promedio, expresada en jornadas hombre/año según productores de carbón de espino para la comuna de Pumanque.

5.1.2.5. Transferencia tecnológica

Los jefes de familia que han recibido transferencia tecnológica presentan un promedio de edad de 54 años y para los propietarios que no presentan transferencia la edad promedio es de 80 años. Para el primer caso los resultados concuerdan con los entregados por Reyes (1997), quien señala una edad promedio de 55 años, no se observó lo mismo para el caso de jefes de familia que no reciben transferencia, el cual tiene un promedio de 54 años.

En el 87,5% de los casos, que corresponde a siete propietarios, han participado en programas de transferencia tecnológica. Cabe destacar que el 100% de éstos han recibido transferencia tecnológica en el sector pecuario, la cual está dirigida principalmente al manejo sanitario del ganado, dictando cursos INDAP y COPAC, la que es una cooperativa ganadera que otorga asistencia médica veterinaria y entrega créditos para que los productores aumenten su masa ganadera. A su vez, cuatro de las observaciones han recibido algún tipo de transferencia en el rubro forestal y en el sector agrícola (tabla 5). Por otra parte, cuatro de los productores han participado en programas de transferencia en dos de las áreas de producción, dos propietarios ha recibido asistencia tecnológica en tres de los rubros y uno ha sido asistido en un sector.

TABLA 5. Transferencia tecnológica recibida por los productores de carbón de la comuna de Pumanque, según rubro expresada en porcentajes.

Productores	Agrícola	%	Pecuario	%	Forestal	%
Con transferencia	3	37,5	7	87,5	4	50,0
Sin transferencia	5	62,5	1	12,5	4	50,0
Total	8	100,0	8	100,0	8	100,0

Estos resultados discrepan con los obtenidos por Larraín (2001), quien determinó que el 77% de los productores recibieron asistencia tecnológica en el rubro agrícola; que el 13% obtuvo transferencia pecuaria y el 10% correspondió al sector forestal. Esta diferencia puede corresponder a que la asistencia tecnológica que se destina en la Comuna, abarca el grupo de pequeños propietarios principalmente. Se destaca que el 50% de las observaciones corresponde a pequeños propietarios.

Por otra parte, no se observó en la Comuna una importante participación de organizaciones establecidas que otorguen asistencia tecnológica, sólo se cuenta la presencia de ARCO S.A. cooperativa ganadera ovina, el programa de INDAP Prodesal, que está constituido por 117 productores agrícolas, de los cuales sólo uno de ellos forma parte del presente estudio, el que se caracteriza por poseer la menor superficie y menor condición socioeconómica y CONAF, en el rubro forestal.

Relacionado con este último sector, el 50% de los productores analizados han recibido bonificaciones por concepto de D.L. 701 por forestaciones realizadas en sus predios. Cabe destacar que no se observó transferencia en la producción de carbón de espino, pero se obtuvo rasgos de conocimiento de manejo del espinal con fines de preservar el recurso en sólo un productor.

5.1.2.6. Ingreso familiar

Se determinó un ingreso familiar bruto promedio de 1.574,7 U.F. con un rango entre 204,6 U.F. y 5.339,9 U.F. (figura 8). Este valor no se relaciona con estudios anteriores realizados en la comuna, los cuales determinaron un ingreso bruto promedio de 153,9 U.F. y 276,6 U.F. para las unidades productivas (Garfias, 2001; Reyes, 1997).

Esta diferencia se explica por la superficie promedio de las propiedades observadas, que son considerablemente superiores a las obtenidas en investigaciones anteriores en la Comuna, donde el promedio no excede las 105 ha, lo que genera una diferencia aproximada de 350 ha. Esta diferencia se refleja en la diversificación de las actividades y en la superficie que ocupa cada una de éstas, lo que se manifiesta en un mayor beneficio económico de las actividades silvoagropecuarias.

Tres de las observaciones presentan ingresos brutos superiores a las 1.000 U.F., lo que genera un aumento en el promedio. Son estos productores los que poseen una superficie mayor a las 600 ha, lo que genera un mayor aprovechamiento e intensidad en el uso de los recursos, asociado al concepto de diversificación de actividades.

En la figura 9 se presentan los ingresos netos obtenidos por los productores de carbón durante el periodo 2002, donde el valor promedio arrojado es de 1.017,3 U.F., comportándose de igual forma que para el ingreso bruto anual, es decir, son tres las observaciones que generan un incremento en el valor de dicha variable.

Los ingresos familiares netos se encuentran entre las -39,9 U.F. y las 2.860,1 U.F.; el amplio rango de distribución del ingreso neto responde al tamaño del predio y a las prioridades que los productores le otorgan a cada actividad. A esto se suman las condiciones medioambientales del año 2002, que derivaron en la pérdida o baja producción, principalmente en el componente agrícola.

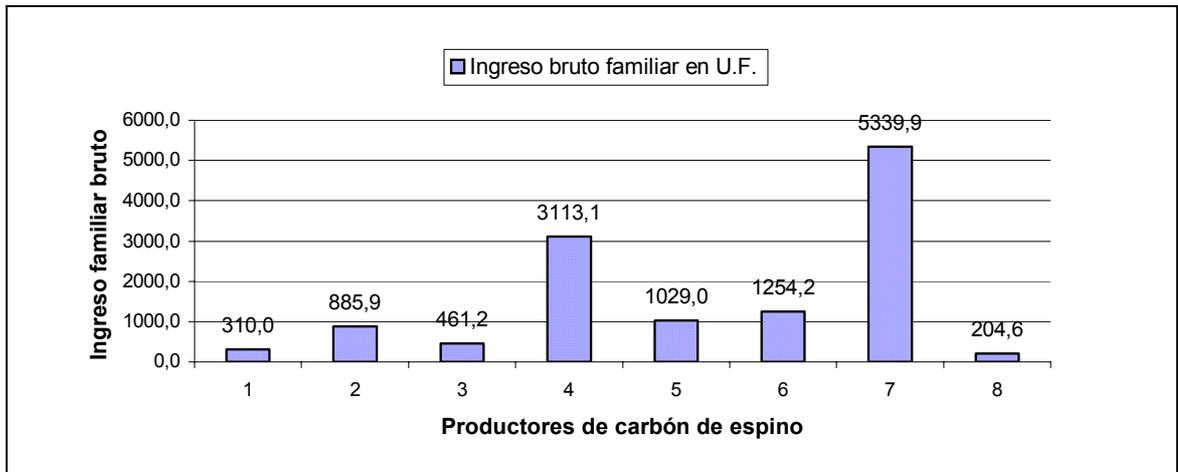


Figura 8. Ingreso bruto predial para los productores de carbón de espino de la comuna de Pumanque, en U.F. para el año 2002.

Con relación a la composición del ingreso según sector, se puede observar que en promedio, las actividades agrícola y pecuaria son las más importantes en el aporte al ingreso bruto familiar, con un 50,0% y 32,8% respectivamente. Le siguen la actividad forestal con un 16% y otros con un 1,2%. El aporte al ingreso por concepto de la venta de carbón de espino, corresponde al 12,1% del total del ingreso familiar, valor similar al obtenido por Garfias (2001) con un 13,3% (tabla 6).

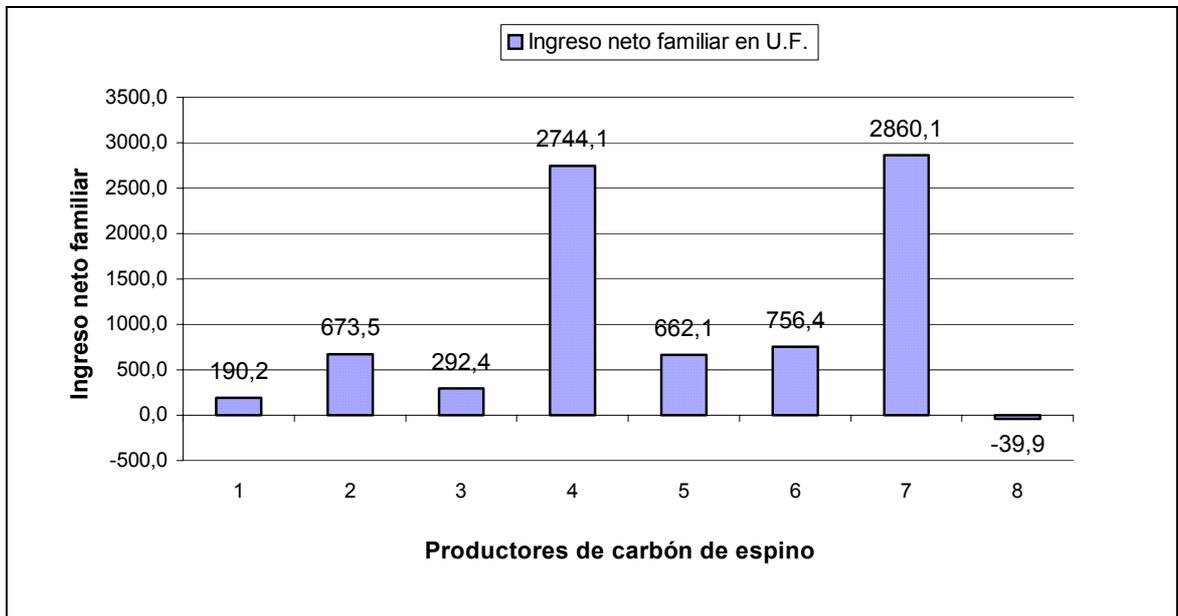


Figura 9. Ingreso neto predial anual para los productores de carbón de espino en U.F., para la temporada 2001-2002.

La producción de carbón representa aproximadamente el 75% del ingreso percibido por el sector forestal. Este aporte es mayor en las familias que presentan un ingreso bruto y tamaños prediales menores o cercanos al promedio, lo que refleja la importancia del producto, a su vez se destaca que cuatro de los productores presentan un aporte superior al 20% (figura 10). Las observaciones con una participación inferior al 10% (dos de los casos) para el total del ingreso bruto, corresponden a los propietarios que poseen una superficie superior a las 500 ha, donde la actividad prioritaria es la ganadería, para los cuales, la producción de carbón de espinillo tiene por objeto la liberación de la estrata arbórea para compensar y reponer los costos económicos por la intervención (costo de oportunidad) y por otra parte, algunos propietarios dan en mediería la producción de carbón a sus trabajadores, lo que se refleja en la disminución del ingreso.

TABLA 6. Composición promedio del ingreso bruto predial según actividad económica para los productores de carbón de espinillo de la comuna de Pumanque.

Composición del ingreso bruto familiar (%)				
Agrícola	Pecuario	Forestal		Otros
		16		
50	32,8	Carbón	Otro	1,2

El ingreso generado por la actividad del carbón es un aspecto relevante en la economía campesina, ya que éste se concentra en los meses donde las actividades agrícolas y pecuarias no reportan ingresos importantes (temporada otoño invierno). Además, como fue expresado por los productores, es una fuente segura y rápida de dinero.

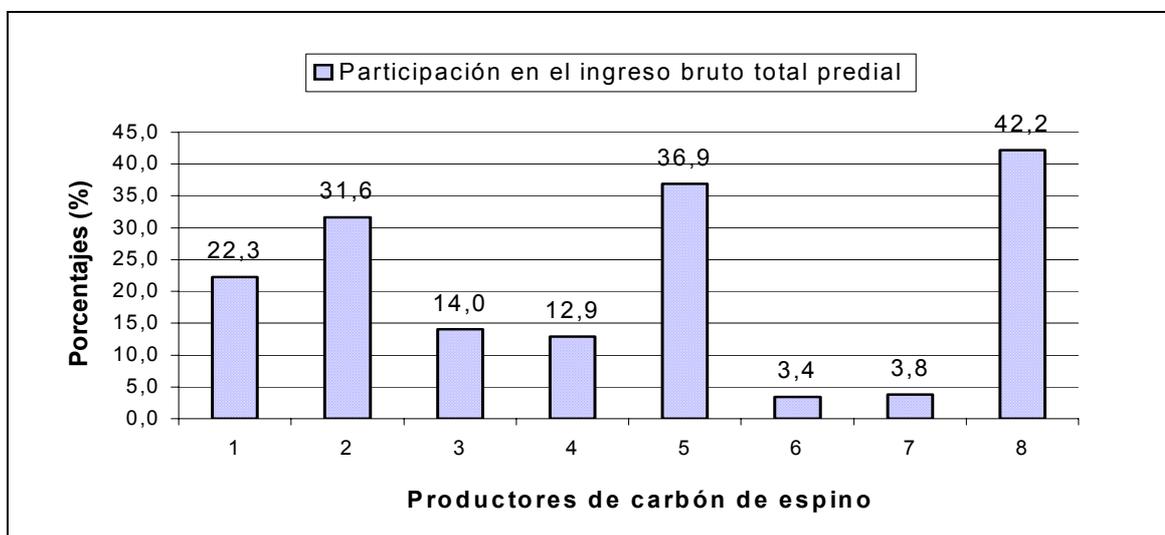


Figura 10. Participación del ingreso por concepto de la producción de carbón de espinillo en el ingreso bruto predial, según propietario, expresado en porcentajes, durante el periodo 2001-2002.

5.1.2.7. Unidad animal

La actividad pecuaria se desarrolla utilizando la pradera natural como base alimentaria. Según Novoa (1987), en la comuna la productividad de la pradera no supera los 1800 kg de materia seca por hectárea. Esto se debe a que la pradera se encuentra en estados sucesionales degradantes, por efecto de la agricultura, sobrepastoreo, roces e incendios. En estas condiciones, la carga animal que puede sustentar fluctúa entre 0,06 y 0,18 U.A/ha/año (Caviedes y Contreras, 1986).

Los productores de carbón de espino de la comuna de Pumanque presentan una existencia ganadera equivalente a 1.036,2 U.A. y un valor promedio de 148,0 U.A. lo que equivale a 0,27 U.A/ha/año. Para el cálculo de carga animal se consideró el aporte que realiza el suplemento forrajero, para ello se adicionó la superficie cultivada al total de superficie utilizada en el pastoreo del ganado² (tabla 7).

En la tabla 7, se observa las existencias de ganado por especies para cada productor, donde el grupo prioritario es el ganado bovino con un 51,9%, seguido por ovinos con un 41,2% y en menor proporción se encuentran equinos con un 6,4% y caprinos con un 0,4%.

Por otra parte, se determinó que los predios que presentan superficies superiores a las 600 ha, provocan que el valor promedio se escape del rango más frecuente dentro de los propietarios. Además, presentan el mayor número de cabezas de ganado bovino y ovino, lo genera un incremento en la unidad animal promedio.

TABLA 7. Existencias de ganado por especies en Unidad Animal y Carga Animal para cada productor de carbón de espino de la comuna de Pumanque, y valores promedio y totales .

UNIDAD ANIMAL y CARGA ANIMAL TOTAL Y POR TIPO DE GANADO											
Propietarios	Superficie (ha)	Bovino		Ovinos		Equinos		Caprinos		U.A. Total	C.A. Total
		U.A	%	U.A	%	U.A.	%	U.A.	%		
1	180,2	14,4	44,7	13,7	51,7	1,2	3,7	0,0	0,0	32,3	0,17
2	320,5	28,8	56,4	15,0	29,5	7,2	14,1	0,0	0,0	51,0	0,16
3	263,3	60,4	78,1	13,3	17,2	3,6	4,7	0,0	0,0	77,3	0,29
4	800,0	255,3	95,3	6,9	2,5	4,8	1,8	1,1	0,4	267,8	0,33
5	157,3	40,4	63,2	8,9	13,9	12,0	18,8	2,6	4,0	63,9	0,40
6	1324,5	59,0	15,7	316,8	84,3	0,0	0,0	0,0	0,0	375,8	0,28
7	545,1	80,1	47,4	51,2	30,3	37,8	22,4	0,0	0,0	169,1	0,31
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	3590,9	538,4		425,8		66,6		3,7		1036,2	
Promedio	512,9	76,9	51,9	60,8	41,2	9,5	6,4	0,5	0,4	148,0	0,27

² Olivares, Alfredo. Comunicación personal 2/07/2004.

Algunos estudios han determinado que la pradera natural de la zona es capaz de sustentar una carga animal entre los 0,09 y 0,18 U.A./ha/año (Paladines, 1983). Sin embargo, se puede observar que el 75% de los casos supera considerablemente este valor (figura 11). La observación número ocho toma el valor cero, ya que este propietario posee ganado en mediería, por lo que la carga animal es ejercida en otro predio.

Se aprecia que la carga animal está por sobre el rango recomendado para la mayoría de los productores, situación que se presenta de manera casi independiente de la superficie utilizada en la actividad ganadera. Se destaca que las observaciones que presentan mayor carga animal poseen tamaños prediales mayores.

Esta situación puede relacionarse con la sobreutilización del recurso pradera, lo que se refleja en un menor rendimiento. A su vez, los productores disponen de suplemento forrajero para la temporada de invierno, el que se conforma de la compra de fardos de avena o la producción de ella en el predio, junto con la utilización del rastrojo de trigo y garbanzo.

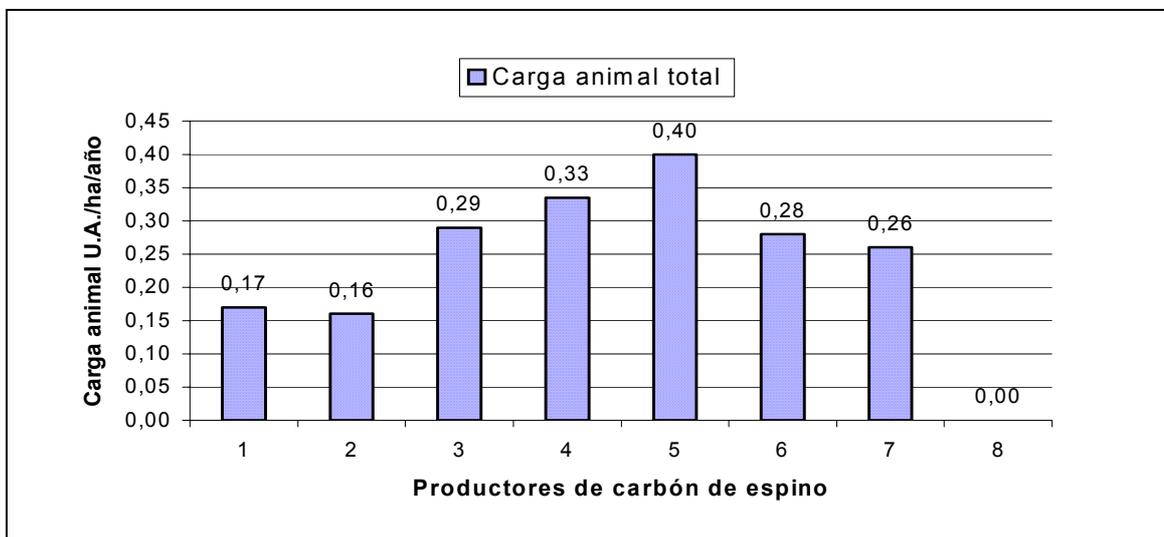


Figura 11. Carga animal total para cada productor de carbón de espino pertenecientes a la comuna de Pumanque (U.A./año/ha).

5.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN DE ESPINO

En el actual capítulo se presentan un conjunto de variables que permiten la caracterización del sistema de producción de carbón de espino, la descripción del proceso y el análisis de éste.

5.2.1. Superficie disponible con espino

La superficie disponible con espino se determinó a través de la información proporcionada por el productor complementado con el recorrido del predio. Estos valores se encuentran entre las 7,5 ha y las 900 ha, con un valor promedio de 286,2 ha donde cuatro de los registros se concentran entre las 30 ha y las 200 ha (figura 12). La superficie disponible con la especie para la totalidad de los productores, corresponde a 2.289,5 ha lo que representa el 59,6% del total de la superficie que contempla el estudio.

Todos los propietarios presentan la especie con distintas densidades, debido a que intervienen año a año, solo con el propósito de producir carbón.

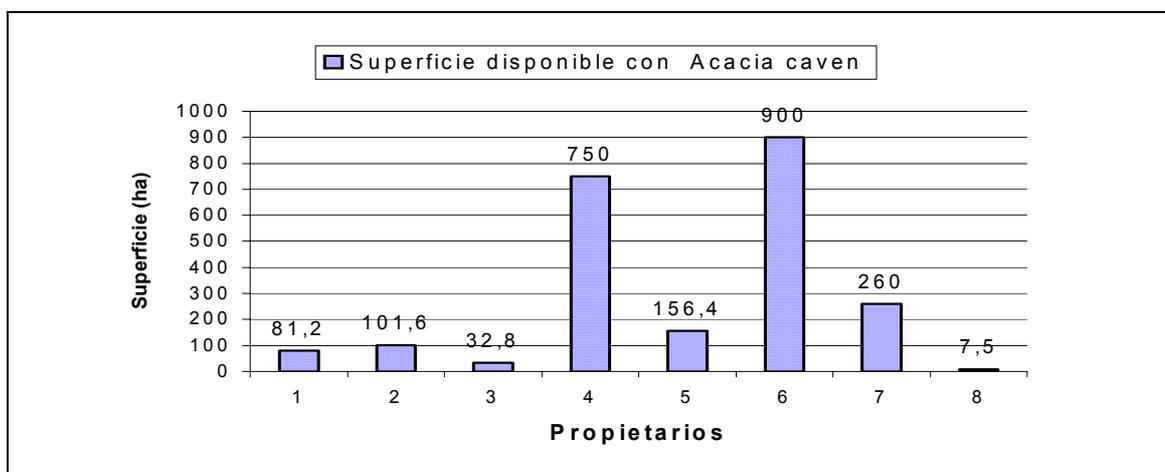


Figura 12. Superficie disponible con la especie *Acacia caven* presentada para la totalidad de los productores de carbón de la comuna de Pumanque, expresado en hectáreas, para el periodo 2001-2002.

5.2.2. Origen de la especie y tipo de regeneración

Se observó que el 87,5% de los productores (7 casos), extraen espinos del propio predio para producir carbón. El 12,5% restante (un productor), obtienen el espino de un predio arrendado.

El 100% de los casos presenta regeneración natural. De esta cifra el 62,5% (5 casos) realizan raleo a los individuos destinados a la producción de carbón de espino y el 37,5% restante (3 productores), efectúa la extracción completa del árbol. Cabe destacar que éstas actividades son complementarias y la decisión de intervención depende del recurso disponible y del objetivo que cada productor le da al sector a intervenir (figura 13) .

La regeneración natural de la especie se presenta de manera mixta y es difícil determinar la proporción de cada tipo existente, predominando la reproducción vegetativa. Se observó la extracción del árbol completo, lo que no asegura la erradicación de toda la raíz por lo que se puede dar reproducción vegetativa o por tocón. En menor proporción se percibe la reproducción por semillas. Las principales razones para la extracción del árbol completo es realizar la limpia en sectores con capacidad de uso agrícola, liberar áreas para permitir el paso de animales (uso silvopastoril) y obtener un mayor aprovechamiento de los individuos para la producción de carbón.



Figura 13. Tipo de intervención al bosque de *Acacia caven* para los productores de carbón de la comuna de Pumanque. A. Regeneración vegetativa producto del raleo. B. Extracción completa del árbol.

5.2.3. Intensidad de corta y número de intervenciones por año

La extracción del recurso arbóreo consiste en la corta de individuos monofustales y plurifustales que presenten los mayores diámetros, normalmente superior a diez centímetros de DAT.

La superficie promedio extraída durante el periodo 2002 para la fabricación de carbón de espino es de 24,6 ha, con una superficie máxima de 60 ha/año y una mínima de 6 ha/año, las cuales son proporcionales al tamaño de los predios (figura 14). La superficie intervenida por los productores de carbón de espino corresponde a 197 ha en total.

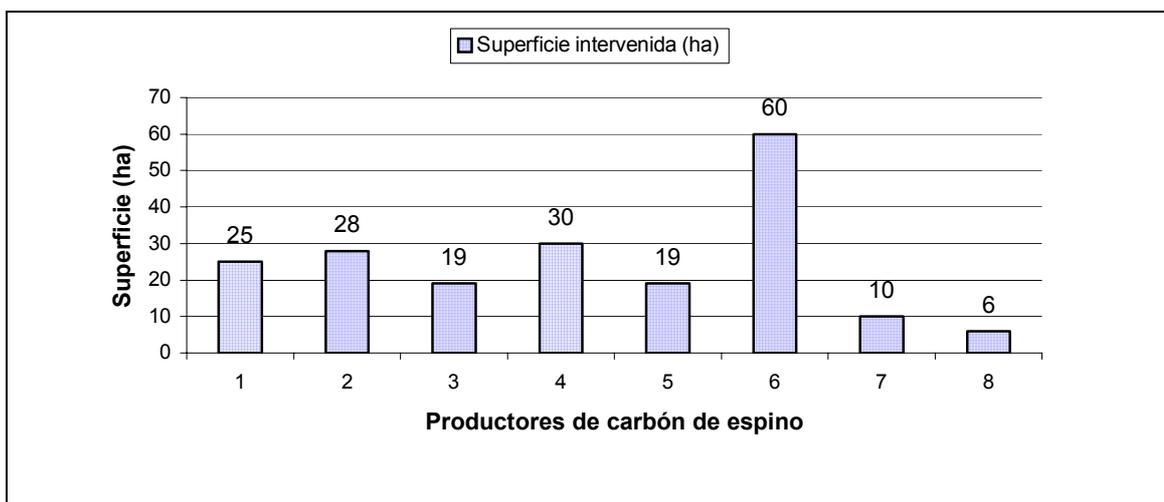


Figura 14. Superficie intervenida en hectárea, para la producción de carbón de espino durante el año 2002, según propietario.

Es importante considerar que los productores que realizan raleo, el cual se relaciona con la importancia de mantener el recurso leñoso para futuras intervenciones, no responden a un manejo sustentable en la selección de los individuos, es decir, se acerca más a un floreo. Sólo uno de los casos observados responde a la selección de los vástagos y árboles relacionado con el raleo, es decir, son elegidos los individuos que se presenten inclinados o con estado fitosanitario deficiente. Este propietario expresó su interés de manejar sustentablemente las actividades que desarrolla en su predio, no obstante, presenta la menor producción de carbón por hectárea (333,3 kg), ya que para él, esta actividad no es un aporte importante dentro de su ingreso predial.

Por otra parte, se observó que 6 productores (75% de los casos), interviene el matorral a medida que produce de carbón de espino, es decir, como fue expresado por los agricultores “se corta cada vez que se necesita”. Esta acción se debe principalmente a la carencia de un lugar de acopio que proteja la leña de las condiciones climáticas características de la temporada (invierno), ya que para la totalidad de los casos el recurso se acopia a la intemperie, lo que genera que el rendimiento de producción baje considerablemente al encontrarse mojada. El 25% restante (dos productores), realizan una o dos intervenciones al bosque durante el año. Esto se debe a que uno de los propietarios posee infraestructura donde protege al recurso de las condiciones climáticas; el caso restante responde a la condición promedio, acopio y secado de la leña a la intemperie, donde la decisión de realizar dos intervenciones responde mas bien, a un aspecto de administración del tiempo para el desarrollo del resto de las actividades (figura 15).

Se calculó un valor promedio de 468 metros estéreos (173,2 m³) extraídos anualmente de espino, donde se observó un valor mínimo de 92,2 metros estéreos (34,1 m³) y un máximo de 866,5 metros estéreos (320,6 m³). Se estimó un consumo promedio de 9,9m³/ha/año de leña para la producción de carbón. Este cálculo se realizó considerando el volumen del horno ponderado por el número de veces que se produjo carbón de espino durante el período en estudio y el número de hornos que posee cada productor. Tomando este valor de referencia, se estimó el valor en metros cúbicos utilizando un factor de conversión de metros estéreos a metros cúbicos, procedimiento que es explicado en detalle en la sección 5.4.3.3 (tabla 8).

Estos datos fueron obtenidos de manera indirecta, ya que no existe una función de volumen para el espino. Además, en este estudio no se contempla la medición de biomasa para la relación entre las variables.

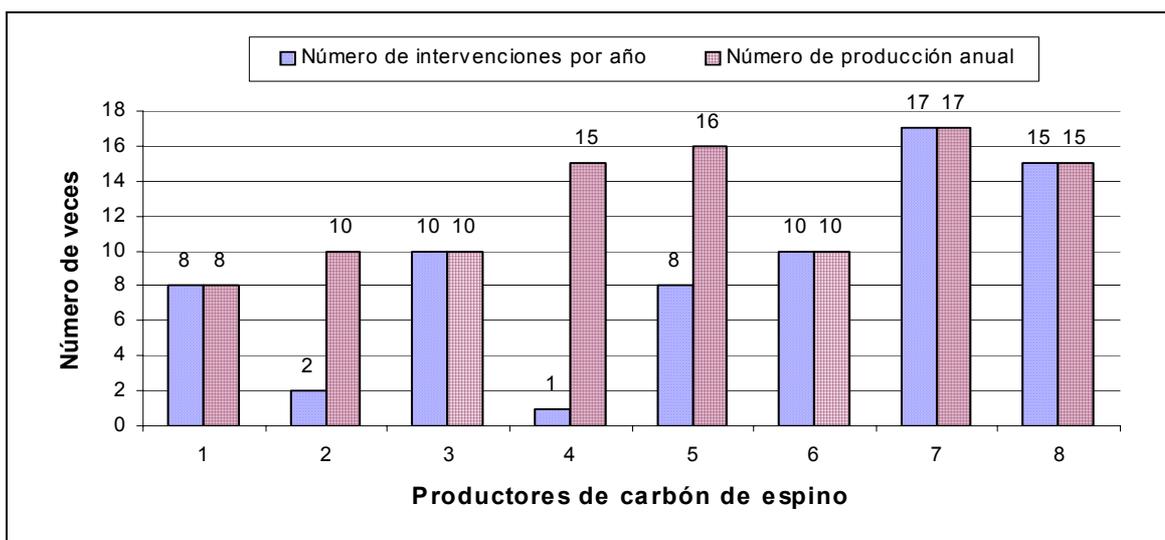


Figura 15. Número de intervenciones por año y número de veces de fabricación de carbón según propietario para el periodo 2002.

En general, se apreció que el matorral espinoso se encuentra dañado por la intensa intervención realizada, observándose un bosque con pérdida de clases diamétricas, conformado principalmente por árboles jóvenes, retoños e individuos nuevos; siendo los ejemplares maduros los que se presentan en menor número, ya que son extraídos para la producción de carbón (figura 16).



Figura 16. Ejemplos de la intensa intervención producto de la extracción de la especie para la fabricación de carbón.

La estimación de la intervención a escala predial entrega un rango desde 1,4 m³/ha hasta los 22 m³/ha. Las variaciones en el grado de intervención del bosque se deben a diversas razones, como la importancia relativa que la producción de carbón posee en el ingreso familiar, la disponibilidad del recurso y el estado del bosque (tabla 8).

TABLA 8. Estimación de la madera cortada para la producción de carbón de espino, expresada en metros estéreos, metros cúbicos y metros cúbicos extraídos por hectárea, para cada productor.

Propietarios	Metros estéreos intervenidos	Metros cúbicos intervenidos	Metros cúbicos /ha intervenidos
1	92,2	34,1	1,4
2	508,5	188,1	6,7
3	393,8	145,7	7,7
4	786,5	291,1	9,7
5	866,5	320,6	16,9
6	281,7	104,2	1,7
7	599,5	221,8	22,2
8	215,0	79,6	13,3
Total	3743,8	1385,2	79,5
Promedio	468,0	173,2	9,9

5.2.4. Características del proceso de producción de carbón de espino

5.2.4.1. Descripción del proceso de carbonización

El proceso de producción de carbón contempla la fase de extracción de la leña, secado, la carga del horno, la quema y enfriamiento, descarga del horno y por último, el ensacado y pesaje del producto para la venta en sacos de aproximadamente 40 kilos (figura 17).

La extracción del recurso contempla subetapas, corta, descepado, desrame, trozado y acopio de la leña. A éstas se suma el periodo de secado de la madera que se realiza a la intemperie, para luego disponerla en el horno, es decir, cargar el horno (figura 18).

Como la carbonización es un proceso de combustión incompleta donde la entrada del aire es controlada a través de los portillos y troneras existentes, éstos deben encontrarse abiertos al inicio de la etapa.

Para cargar el horno la leña se dispone verticalmente, ubicando la leña de mayor diámetro al centro y las más delgadas hacia el borde del horno, sobre estas se colocan trozas de manera horizontal evitando dejar grandes espacios, todo con el objeto de aprovechar el volumen disponible del horno y evitar la incineración de la leña, lo que provoca mayores pérdidas. Una vez llenado el horno se procede al cierre donde se colocan piedras en la puerta y se recubre con barro.

A continuación procede el encendido del horno para lo cual, son utilizadas ramas pequeñas y "tizos" (trozos de leña que no se carbonizaron) que han quedado de horneadas anteriores, con el fin de permitir un rápido encendido del horno. Éstas se ubican en la parte superior del horno, donde se encuentra un orificio de aproximadamente 30 cm de diámetro. Una vez prendido el horno, corresponde al sellado de este sector, el que se realiza con una mezcla de barro y paja. Esta acción se ejecuta una vez asegurada la ignición de la carga, cuando el color del humo desprendido toma una tonalidad azul, la

que se puede relacionar con los extraíbles propios de la especie.

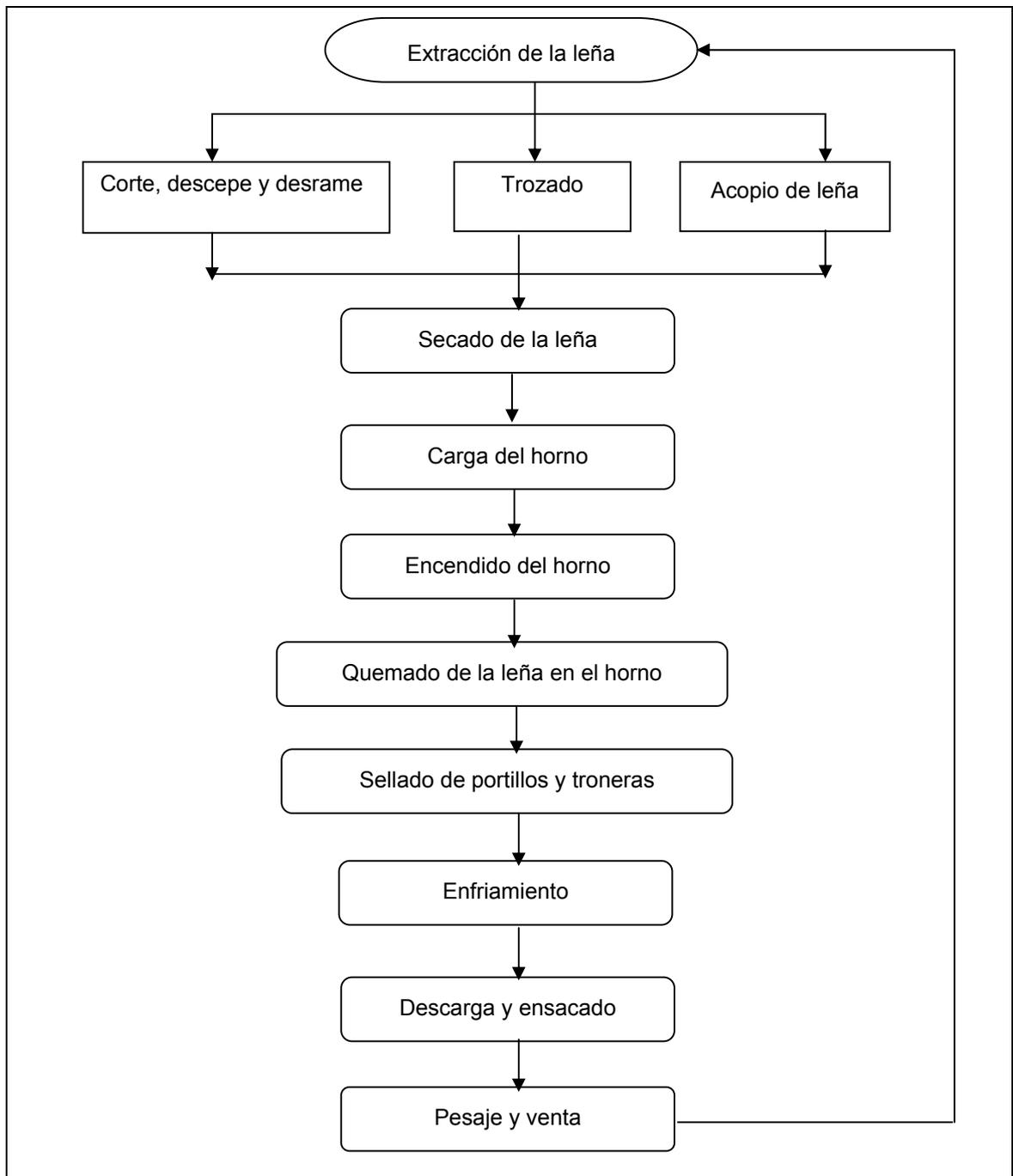


Figura 17. Proceso de fabricación de carbón de espino para la totalidad de casos estudiados.

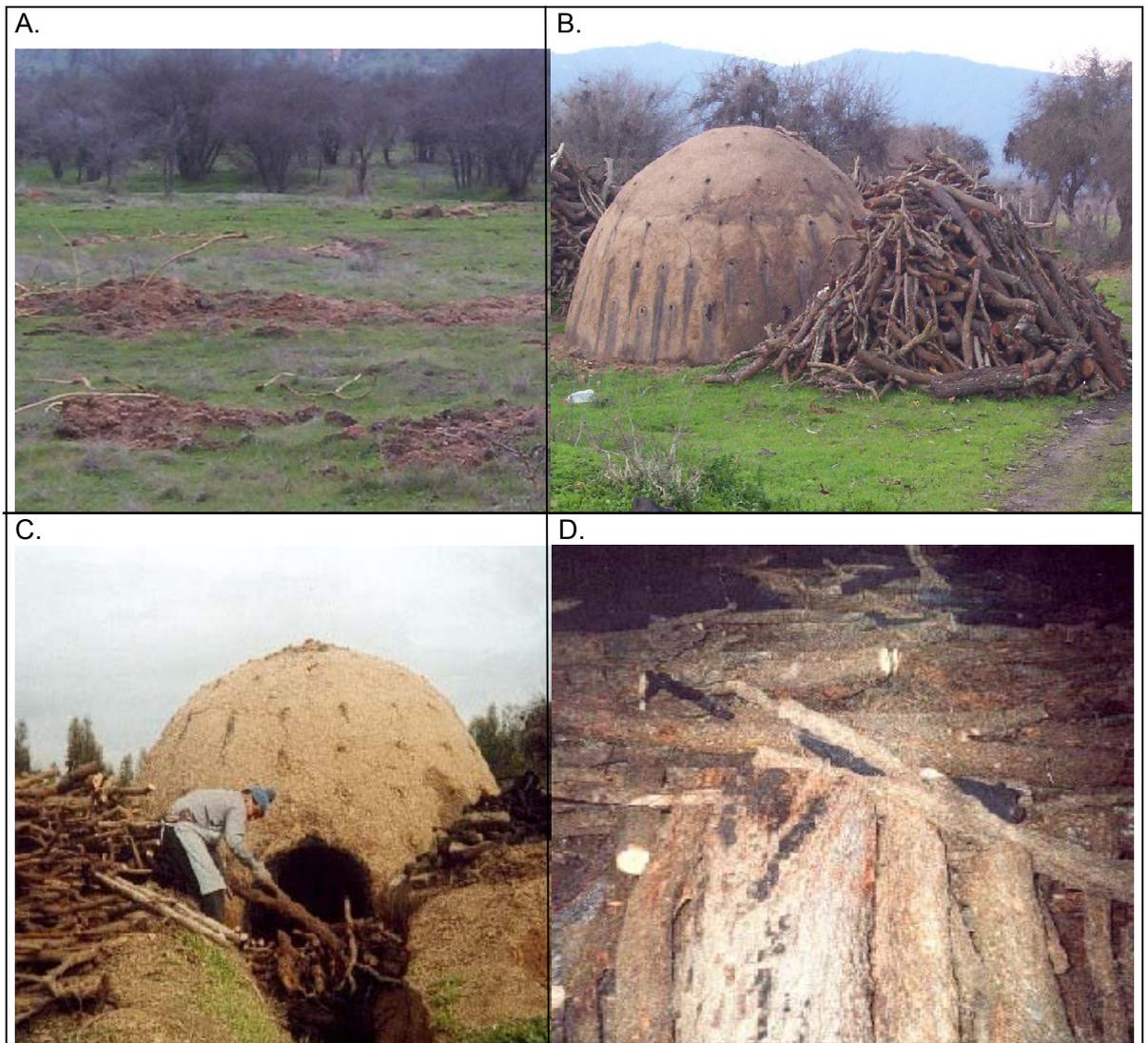


Figura 18. Subetapas de la extracción del recurso arbóreo para la producción de carbón de espio. A. Descegado. B. Acopio y secado de la leña. C. Cargado del horno. D. Carga dentro del horno.

La etapa de quemado corresponde al manejo de la combustión incompleta que se efectúa sellando los portillos, con la misma mezcla. Normalmente los hornos presentan entre seis y ocho corridas de portillos, los que se encuentran en líneas horizontalmente paralelas que se van sellando de manera progresiva, según el color del humo y la forma helicoidal que adquiere. Este proceso dura aproximadamente entre cuatro y cinco días, donde se van tapando las corridas de portillos con relación al fuego que va avanzando desde arriba hacia abajo y al mismo tiempo, del centro hacia el exterior (figura 19). Existe una última corrida a ras de suelo, las troneras; éstas poseen un diámetro mayor a los portillos y son las que indican cuando el proceso de quema ha llegado a su fin, ya que una vez que se observa que el fuego aparece por una de ellas, se van tapando progresivamente, hasta completar el sellado de todas. El proceso ocurrido en la corrida de troneras es conocido por los productores como "caída del horno".



Figura 19. Etapa de quemado de la carga.

El proceso de enfriamiento sigue al quemado y demora entre seis y ocho días, donde se espera que la carga se apague completamente, a través del consumo total de oxígeno que ha quedado en el interior del horno. Por otra parte, se espera la disminución de la temperatura para dar paso a la última etapa que es la descarga y ensacado del carbón de espino, para más tarde disponerlo a la venta (figura 20).

Esta última fase demora entre medio día y día y medio, donde es normal observar que el trabajo sea realizado a lo menos por dos personas. Una de las razones que compartieron los productores es que la abertura del horno es una actividad que posee riesgos, el principal, es la emanación de gases tóxicos producto de la carbonización y a su vez, hay ocasiones en las cuales el fuego no se ha apagado, quedando alguna llama remanente que con la entrada de oxígeno, genera la ignición del material combustible que se encuentra cercano al horno y al volumen que se encuentra en el interior de éste. Ambos sucesos generan un alto riesgo para las personas que realizan esta labor.

El pesaje y disposición del producto a la venta, es la última fase del proceso. Todos los productores observados poseen balanza, con la cual, desarrollan la venta del producto por kilogramo.

En general, el proceso de producción de carbón se realiza de manera similar en otras zonas del país, donde son utilizadas especies del género *Nothofagus*, las diferencias corresponden a la posición de las trozas en el interior del horno, que son dispuestas de manera horizontal, donde los productores entrevistados tienen conocimiento de esta práctica (Araya, 2003).



Figura 20. Etapa de descarga y ensacado del producto.

5.2.4.2. Tipo de horno

Según el estudio realizado por Reyes (1997) en la Comuna, definió la utilización de dos tipos de hornos, la hornilla y el horno, ambos de barro. Definición que concuerda con las observaciones realizadas en terreno. El primero se diferencia del segundo por encontrarse una parte de su estructura bajo el nivel del suelo, esto permite que la labor de determinar el momento de apagar el horno (sellar todas las troneras), requiera un menor grado de preocupación por parte del productor, ya que se protege de la acción del viento, evitando que la carga presente mayores pérdidas por la incineración de la producción (figura 21).

En general, se observaron tamaños de los hornos y hornillas similares; en promedio se obtuvo $15,4 \text{ m}^3$, presentando valores medios de diámetro $3,5 \text{ m}$ y altura de $2,4 \text{ m}$. Del total de hornos examinados, los cuales corresponden a 17; se determinó que el 53% de los productores de carbón presenta hornos y que el 47% presentan hornillas. Éstas observaciones se contraponen con la opinión de los propios carboneros, quienes reconocen menor dificultad en la producción de carbón en la hornilla.

5.2.4.3. Tamaño de la carga

La carga está compuesta por leña de espino, la cual se encuentra trozada y ubicada normalmente al lado del horno para ser cargado.

Para determinar diámetros máximos y mínimos y la longitud promedio de las trozas, se seleccionó una muestra constituida por el 50% de los productores, donde se midieron tres repeticiones de un metro estéreo de la leña destinada a la producción de carbón. Esta información entrega las dimensiones estándar que son utilizadas en la elaboración de

carbón de espino.

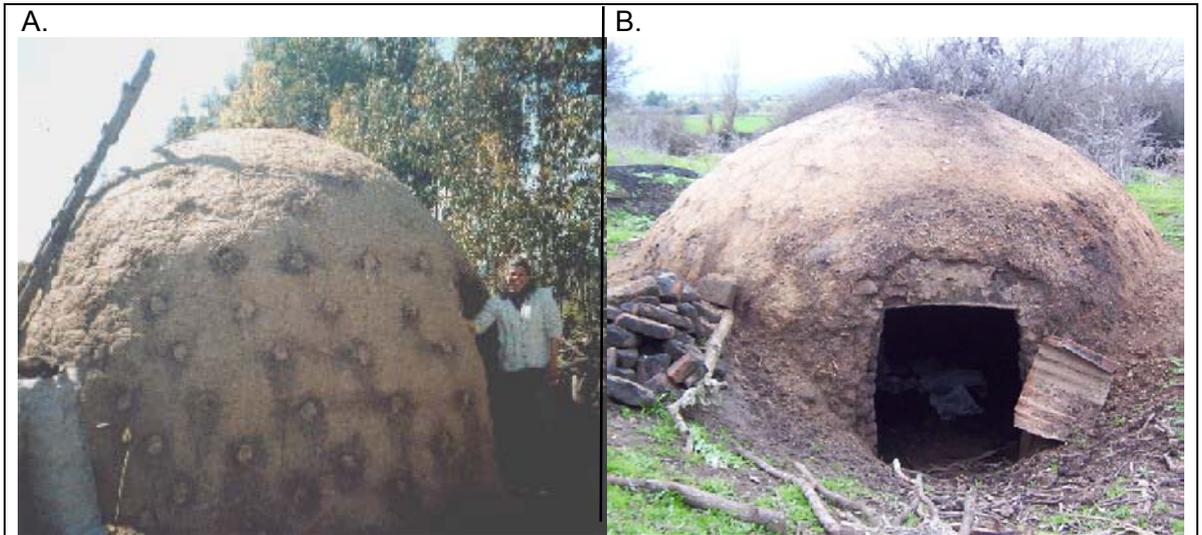


Figura 21. Tipos de hornos utilizados para la producción de carbón de espino. A. Horno. B. Hornilla.

El muestreo arrojó trozas con diámetros que varían de 2,5 cm a 31 cm. El valor promedio para diámetros mínimos es de 2,9 cm y para diámetros máximos corresponde a 22,3 cm. Por otra parte se observó una longitud promedio de las trozas de 99,3 cm.

A través del muestreo realizado a los productores de carbón se obtuvo el factor de conversión para un metro estéreo de leña el cual, corresponde a 0,37 metros cúbicos. Para ello se apiló la madera utilizada en la fabricación de carbón, donde se midió el diámetro mínimo y máximo de cada troza y su longitud, para calcular el volumen a través de la función de Smalian, para luego determinar el factor de conversión el que corresponde al volumen promedio de la muestra (tabla 9).

La determinación del volumen de leña ingresado al horno, se realizó de manera indirecta considerando las dimensiones de los hornos de cada propietario medidos en su interior. El valor promedio calculado es de 14,1 metros estéreo, lo que correspondería al tamaño de la carga, es decir, se ingresan aproximadamente 5,2 metros cúbicos de madera de espino.

TABLA 9. Valores promedio de las trozas utilizadas en la producción de carbón y volúmenes estéreo de leña de espino para los productores de la comuna de Pumanque.

Muestra N°	Diámetro máximo	Diámetro mínimo	Largo promedio	Vol promedio (m³)
1	25	3	95,9	0,37
2	24	2,5	95,7	0,40
3	23	3	98,6	0,34
4	17	3	107,1	0,38
Promedio	22.3	2,9	99.3	0,37

5.2.4.4. Tiempo de demora de la horneada

El proceso de producción de carbón presenta un promedio de 11,8 días, que comprende desde la carga del horno hasta el ensacado con el producto final. Se observó que el proceso de quema y enfriamiento concentran la mayor cantidad de tiempo con un valor promedio de 4,8 días para el primero y 6,4 días para el segundo.

En el presente estudio se determinó que el tiempo de demora de la horneada (que comprende las etapas de encendido, quemado y enfriamiento), corresponde a 11,3 días. El encendido demora entre dos y cuatro horas (3,1 horas, en promedio), el quemado entre tres y ocho días y el proceso de enfriamiento puede durar entre cinco y ocho días.

La fase de descarga demora en promedio 6 horas, la cual puede ocupar un tiempo que va desde las cuatro hasta las doce horas. El llenado de los sacos se realiza en el mismo momento en que se está descargando el horno (figura 22).

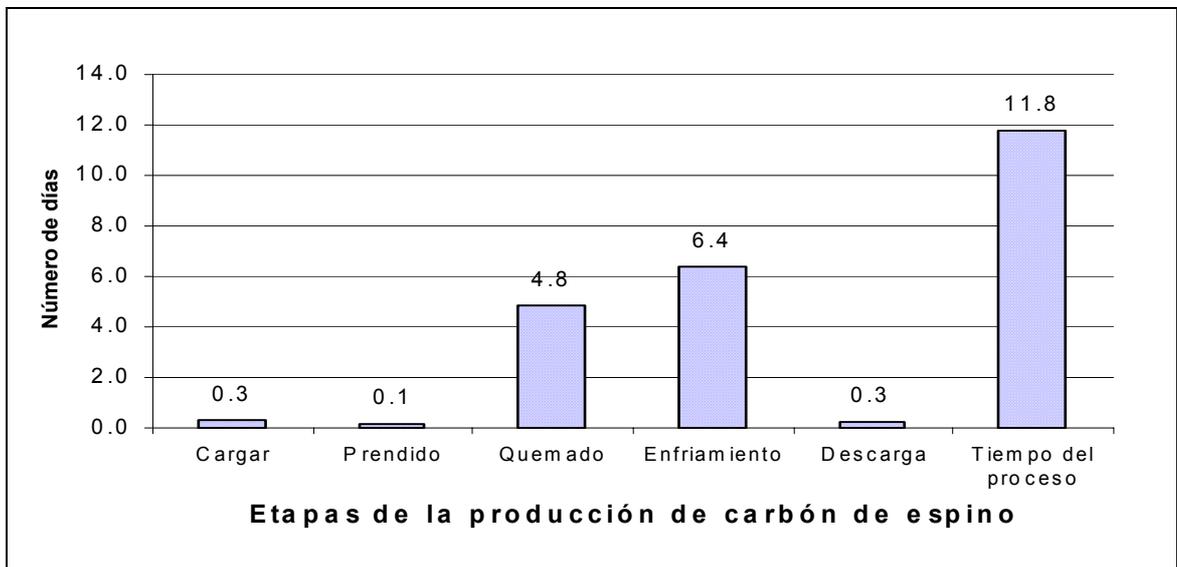


Figura 22. Tiempo de demora promedio para cada una de las etapas de la producción de carbón de espino, expresado en número de días.

Por otra parte, en la tabla 10 se puede observar el tiempo de demora de la horneada para cada productor, con un rango entre 8,1 días y 16,2 días. Además, se presentan los tiempos de demora del proceso completo para cada uno de los productores, el que se encuentra en un rango entre 8,8 días y 16,5 días.

TABLA 10. Tiempo de demora de la horneada y tiempo del proceso de producción de carbón para cada propietario expresado en número de días y valores promedios.

Propietarios	Tiempo de demora de la horneada	Tiempo del proceso completo
1	12,1	12,8
2	10,2	10,7
3	11,1	11,5
4	10,1	10,9
5	11,1	11,6
6	16,2	16,5
7	11,6	12,0
8	8,1	8,8
Promedio	11,3	11,8

5.2.4.5. Mano de obra utilizada en el proceso

La mano de obra utilizada para la fabricación de carbón según cada propietario varía entre las 146 J.H./año y 570 J.H./año, con un valor promedio de 301,7 J.H./año (figura 23).

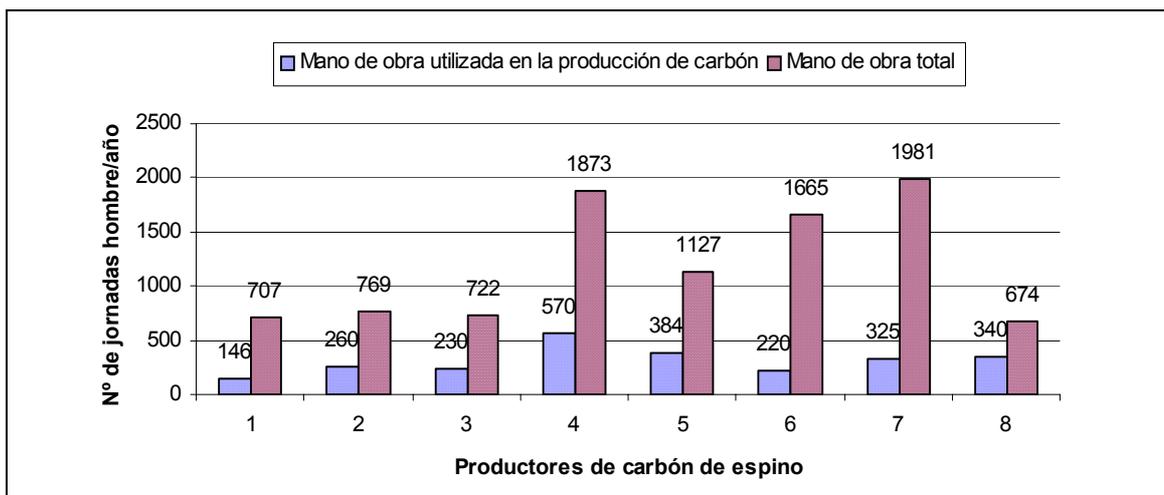


Figura 23. Mano de obra utilizada en el predio y en la producción de carbón de espino para cada productor de la comuna de Pumanque, expresado en jornadas hombre/año.

La proporción de mano de obra destinada a la fabricación de carbón con relación al total de mano de obra, depende de cada productor y se encuentra entre el 13,2% y el 50,4%, con un promedio de 28,5%. Estos resultados dejan en evidencia la intensidad de mano de obra que se requiere para la fabricación del producto final (figura 24).

Producir carbón de espino contempla una fuerte demanda de mano de obra; las labores se concentran en los meses en que se requiere disponer de menos trabajo para el desarrollo de sus actividades complementarias.

La producción de carbón se realiza entre los meses de marzo y parte de noviembre, siendo el mes de marzo destinado principalmente a la extracción del recurso (corte,

desrame, extracción del tocón y acopio de la leña cercana al horno para su secado al aire). El periodo autorizado para la producción de carbón por CONAF va desde la segunda quincena de abril hasta la primera quincena del mes de noviembre, tiempo que se respeta según los productores, principalmente por el conocimiento de la existencia de multas y la fiscalización que la institución realiza.

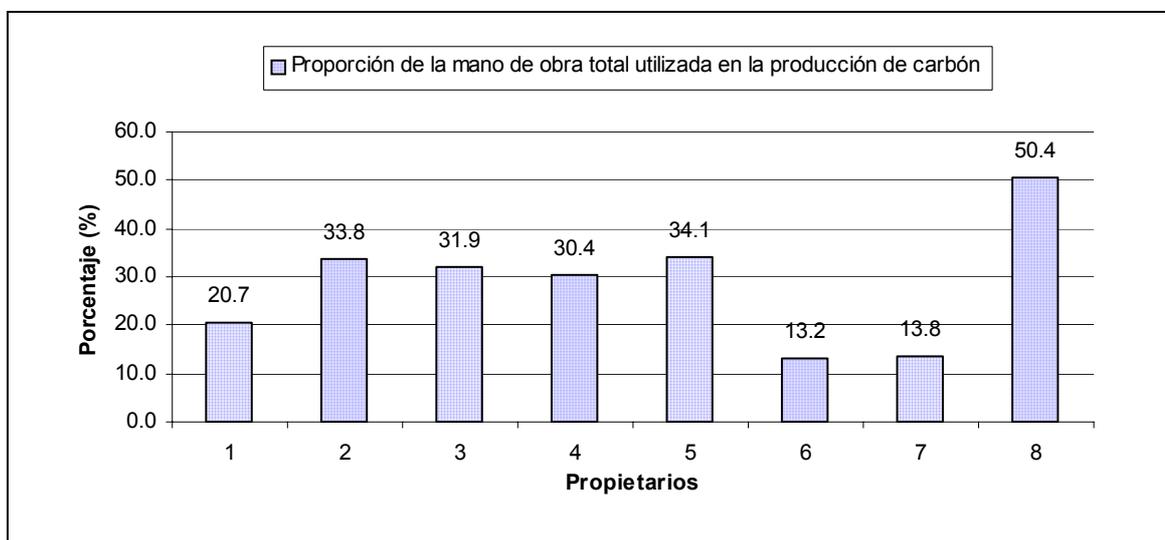


Figura 24. Relación porcentual de mano de obra utilizada en la producción de carbón con respecto a la mano de obra total para cada productor de carbón de espino para la comuna de Pumanque.

La etapa de extracción del recurso leñoso requiere gran cantidad de mano de obra. Se estimó un valor promedio de 132,5 J.H./año, que corresponde al 44,3% del total de mano obra destinado a la fabricación de carbón (tabla 11).

TABLA 11. Mano de obra utilizada en el proceso de elaboración de carbón de espino

ETAPAS DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN DE ESPINO						
Propietarios	Extracción (J.H./año)	Carga (J.H./año)	Quema y enfriamiento (J.H./año)	Descarga (J.H./año)	Total (J.H./año)	% (J.H./año)
1	80	10	46	10	146	54,7
2	120	20	100	20	260	46,1
3	60	30	110	30	230	26,1
4	250	60	180	80	570	43,8
5	192	32	128	32	384	50
6	120	20	60	20	220	54,5
7	78	25	136	25	264	29,5
8	160	15	150	15	340	47,1
Total	1060	212	910	232	2414	
Promedio	132,5	26,5	113,8	29	301,8	44,3

5.2.5. Producción y precios de venta

La producción anual de carbón para todos los propietarios asciende corresponde a 7.134,5 sacos de aproximadamente 40 kilos cada uno (285,4 ton). De la producción destinada a la venta (6600 sacos) se obtuvo un promedio de 33 ton al año. A su vez, se observa una producción mínima de 10,2 ton y una producción máxima de 57,6 ton anual (tabla 12)

Las pérdidas del producto se relacionan con el material que no se carbonizó completamente o el que queda convertido en ceniza o en trozos muy pequeños que no son aceptados por los compradores. Éste alcanza un promedio de 2,7 ton, lo que varía entre 1,5 y 2,5 sacos por horneada (0,08 ton en promedio).

Se determinó un precio promedio de venta por kilo de carbón de \$113,7, con un rango de distribución de \$100 a \$120, valor levemente superior al reportado por Álvarez y Muñoz (1999), el cual fue de \$100.

TABLA 12. Producción de carbón de espino, pérdidas y precios de venta para la temporada 2002, según propietario expresado en toneladas.

Desglose de la producción de carbón de espino propietarios de la Comuna de Pumanque				
Propietarios	Producción total (ton)	Producción venta (ton)	Pérdidas (ton)	Precio de venta (miles \$/ton)
1	10,2	9,2	0,64	120,0
2	42,0	39,0	3,0	120,0
3	39,6	36,0	3,6	100,0
4	60,3	55,8	4,5	120,0
5	61,4	57,6	3,84	110,0
6	21,2	20,0	1,2	120,0
7	37,4	34,0	3,4	100,0
8	13,2	12,0	1,2	120,0
Total	285,3	264,0	21,38	
Promedio	35,7	33,0	2,67	113,7

5.2.6. Rendimiento del proceso

El rendimiento del proceso depende de las condiciones medioambientales, principalmente el viento excesivo y la lluvia; el contenido de humedad de la leña; la experiencia del carbonero y las condiciones del horno.

El exceso de viento, mientras el horno se encuentra en proceso de quemado, genera un aumento en la entrada del aire, provocando la incineración de una mayor proporción de la carga, lo que se refleja en una disminución del rendimiento (FAO, 1983). Normalmente, se pierde entre unos 10 y 40 kilos en forma de ceniza por horneada de carbón.

Por otra parte, la lluvia afecta principalmente al contenido de humedad de la madera que se encuentra en proceso de secado a la intemperie; esto se refleja en mayores pérdidas en la producción de carbón, ya que se requiere secar la madera para provocar la carbonización, resultando un mayor número de tizos y ceniza. Por ejemplo, un productor obtiene como promedio entre 25 y 30 sacos de carbón por horno, en tales condiciones de carga puede disminuir su producción entre 12 y 17 sacos de carbón, esto según observaciones en terreno. Además, se observó otro problema, la inundación de las hornillas, lo cual retrasa el proceso y lo encarece, ya que es necesario la extracción del agua a través de la utilización de motobomba, para luego esperar que se seque la hornilla.

En general, los productores utilizan leña que no se encuentra seca, ya sea porque no disponen del tiempo necesario para su secado, pues que requieren tener el producto dispuesto a la venta; o bien, porque el material se humedece con las lluvias, lo que determina la intervención cada vez que se necesite producir carbón.

La experiencia del carbonero es importante para que se obtengan los rendimientos esperados. Los productores han expresado que la disposición y apilamiento de la carga al interior del horno puede afectar la producción, ya que es importante dejar la menor cantidad de espacios entre cada troza. Esto se explica porque el limitar los espacios genera dentro del horno un control de la circulación del aire evitando la incineración de la carga, y por otra parte, se controla el proceso de carbonización, el que se presenta más homogéneo.

El horno debe ser revestido de la mezcla de barro y paja cada cierto tiempo, ya que el desarrollo constante de la actividad provoca grietas. Este proceso es realizado en verano para permitir el secado del material y se conoce como “revocado”.

El rendimiento se determinó a través del cociente entre el peso promedio de carbón obtenido por horneada para cada productor y el peso de la carga multiplicado por cien. Este último valor se obtuvo por medio del tamaño del horno del que resulta el volumen estéreo, el cual es convertido a metros cúbicos a través del factor de conversión, el que arroja un valor de 0,37. El resultado de este cálculo es ponderado por la densidad básica de la madera de espino (830 kg/m^3) que entrega el peso seco de la carga.

Los rendimientos estimados para cada propietario, se determinaron considerando la estimación del peso promedio ingresado al horno en madera, con un contenido de humedad variable, el cual divide al peso obtenido de la producción de carbón y se multiplica por cien.

El rendimiento promedio estimado fue de 24,1 % y los propietarios reportaban rendimientos cercanos al 28%. Estos valores concuerdan con los obtenidos en otros estudios los cuales muestran un rendimiento que va de 25% a 30 % para la producción de carbón de espino (Gajardo y Verdugo, 1979; Díaz, 2004) (tabla 13).

Se determinó la producción de carbón por hectárea para cada productor; estos resultados se presentan en un amplio rango (desde 0,33 ton/ha hasta 3,40 ton/ha). Estas variaciones responden principalmente al estado del matorral e intensidad de corta que se realiza para la producción de carbón (figura 25).

TABLA 13. Rendimientos de carbón de espino, valores totales y promedios según dos métodos, para los productores de la comuna de Pumanque,

RENDIMIENTO DE CARBÓN DE ESPINO.		
Propietarios	Estimación productor	Método indirecto
1	34,3	33,9
2	32,5	25,0
3	30,0	29,8
4	35,4	23,1
5	16,7	21,6
6	33,3	23,1
7	28,6	18,5
8	13,3	18,2
Promedio	28,0	24,1

Según estudios realizados en la VIII Región, sector de Parral, un espinal bien manejado puede llegar a producir hasta 20 ton/ha (Olivares, 1983). A su vez, Trucco (1985) en la evaluación de un sistema silvopastoril en la VII región, determinó que el matorral es capaz de producir 17,9 ton/ha de carbón luego de eliminar un 80% de la cobertura del espinal (85,5 ton/ha de leña) y 6,8 ton/ha al disminuir la cobertura en un 50% (32,6 ton/ha). Cabe destacar que estas investigaciones no consideran la intervención periódica para la producción de carbón, es decir, estos resultados fueron obtenidos de un espinal denso que se encontraba sin intervención por lo menos, durante diez años.

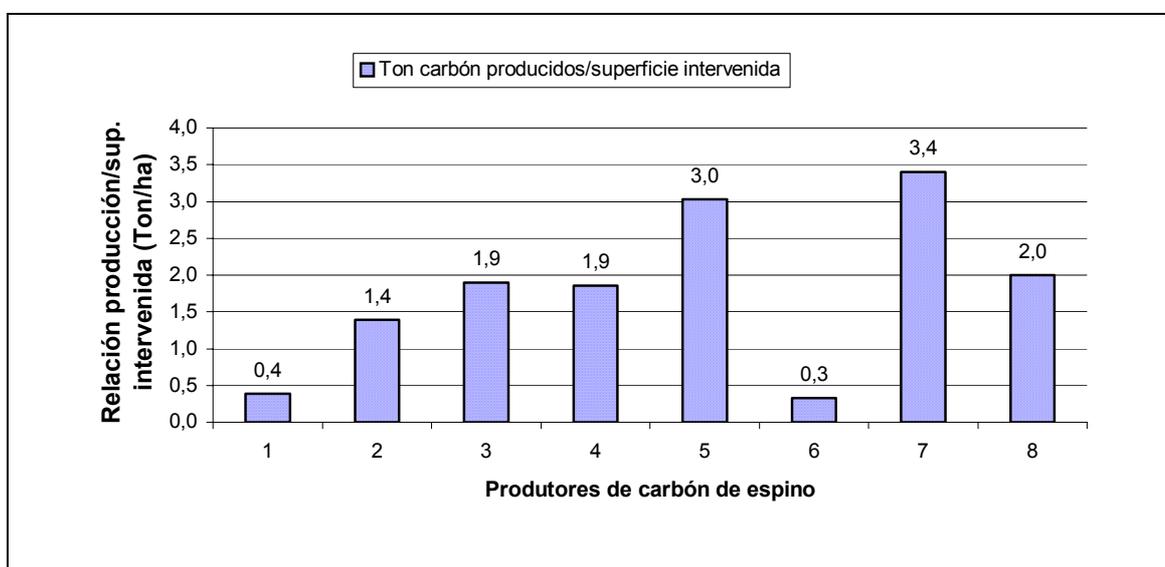


Figura 25. Estimación de la producción de carbón por hectárea para cada uno de los propietarios pertenecientes a la comuna de Pumanque.

Estos datos entregan dos realidades para los productores de carbón, una es que existe un gran deterioro del bosque debido a la alta intervención año tras año, sin ocuparse de la

producción futura, ya que no existe un manejo adecuado del bosque; y la otra puede deberse a una falta de interés de los propietarios en producir carbón, elaborando solo una cantidad reducida que permita absorber los costos de la habilitación de terrenos. De ambas, la primera opción responde de mejor manera como razón principal a la baja productividad que se presenta en la Comuna, es decir, una falta de tecnología que mejore sus rendimientos

5.2.7. Uso y destino del carbón de espino

La totalidad de la producción de carbón se destina a la venta. Los tizos y el carbón de menor tamaño, que no cumplen con los requerimientos establecidos por la demanda, se destinan al autoconsumo. Esto llevado a valores anuales y totales corresponde a 5.416 sacos vendidos y 61,5 sacos autoconsumidos. La cuantificación de tizos no se pudo realizar ya que parte de ellos se reutilizan para favorecer el encendido de la carga y otra parte es consumida por los productores.

La venta del producto se realiza en el predio, el cual es comercializado en kilogramos. Para todos los productores, los principales compradores son comerciantes de Santiago, Melipilla y Santa Cruz, quienes venden el producto a terceros, los que a su vez, aumentan el valor agregado disponiendo el producto en bolsas de papel de 2,5 kilos, para ser vendidos a supermercados principalmente. Este hecho, provoca que el precio de venta promedio (\$113) se triplique o cuadruple al final de la cadena de comercialización.

El comportamiento descrito difiere de los reportados por Garfias (2001) y Álvarez y Muñoz (1999), quienes determinaron que la distribución del producto se realizaba en la Comuna y en menor proporción era destinado a compradores externos. No obstante, es posible que esta diferencia se deba al número de productores analizados y a los volúmenes de venta que se comparan. En promedio, la producción de carbón no supera las 54 ton anuales para dichos estudios, lo que representa casi un quinto de la producción total obtenida en la presente memoria (237,5 ton). Por otra parte, los precios de venta se presentan semejantes entre las investigaciones lo que indica que la situación no ha variado en los últimos años.

La venta aumenta principalmente en la temporada de invierno y durante el mes de septiembre, donde la mayoría de los productores acumula su producción o bien se organiza para lograr vender la mayor cantidad posible, con el objeto de sacar el mejor provecho económico, ya que en estas fechas es cuando el carbón alcanza su máximo valor. Durante el mes de diciembre, también existe un aumento en la solicitud del producto, pero sólo se constató a dos productores que acumulan su producción para la venta.

5.2.8. Plan de manejo

Dentro del grupo en estudio, se observaron propietarios con plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y pino (*Pinus radiata*). Además, se constató el uso del bosque esclerófilo para la extracción de hojas de boldo, corteza de quillay y para la producción de leña y carbón de espino.

El 50% de los casos presenta una superficie mayor a 4 ha plantada con especies exóticas principalmente con eucalipto, donde la edad promedio corresponde a los 10 años, de los cuales, tres productores presentan plan de manejo. La extracción de hojas de boldo y corteza de quillay es realizada por un productor, el cual se encuentran en una situación

regular y conforme a la normativa vigente.

Diferente es el caso de la explotación del espino, ya que de las ocho observaciones, sólo cuatro han presentado plan de manejo para la extracción del recurso leñoso, con el fin de habilitar terrenos para el uso agrícola. Para el año 2002 no se observó ninguna solicitud de plan de manejo.

Por otra parte, es el espino el principal componente arbóreo del sistema productivo de cada propietario. La producción de carbón se caracteriza por ser una actividad ilegal, la cual genera un alto deterioro del recurso por la intervención sin manejo y la selección al azar de los individuos, la cual se ha desarrollado de igual manera por muchos años.

5.3. LINEAMIENTOS GENERALES DE MEJORAMIENTO

En general, el sistema de producción de los campesinos presenta prácticas agroforestales que no se están desarrollando con un manejo apropiado, obteniéndose bajos rendimientos sobreutilizando el recurso. Esto conlleva a que los costos se incrementen en el tiempo, ya que se requiere una mayor inversión para poder obtener los rendimientos existentes, hasta el punto de no poder seguir utilizando el suelo con fin agrícola.

El subsistema de producción de carbón se encuentra dentro de estas condiciones y cualquier recomendación para su mejoramiento debe considerar la interacción entre los subsistemas. La investigación pretende apuntar a dos etapas principalmente, la fase de intervención del matorral y la fase de comercialización, las cuales van en desmedro del bosque y de los ingresos percibidos por los productores.

5.3.1. Intervenciones silviculturales para la producción de carbón de espino

La principal características de los predios estudiados es la vasta superficie cubierta con espinos, la variabilidad en densidad existente y el gran deterioro del bosque. Se observó que no existe un criterio sustentable para la extracción del recurso, pues se seleccionan los mejores individuos, de mayor diámetro, los que corresponden a árboles maduros. Esta situación se debe a la manera como se practica la extracción, a la escasa valoración que se le da al espino y al desconocimiento de un manejo sustentable del recurso.

En general, se presentaron dos condiciones del espinal, zonas de alta densidad con aproximadamente 600 a 1200 árboles/ha y sectores con un número reducido de individuos entre los 10 y 400 árboles/ha, que se encuentran en uso silvopastoril o agrosilvopastoril.

Para los sectores que presenten mayor concentración de individuos, se sugiere el manejo por monte bajo favoreciendo el número de vástagos para la producción de leña con fines productivos. Para las áreas que poseen un menor número de árboles por hectárea; que actualmente se utilicen con fines silvopastoriles o se vayan a disponer para tal práctica, se aconseja la intervención del matorral para dar una estructura de monte alto, dejando entre 250 y 400 árboles/ha.

La principal modificación sería disminuir progresivamente la rutina de descepe hasta eliminarla, reemplazándola por la correcta aplicación del raleo, el que debe relacionarse con el objetivo del rodal, que permitiría regularizar la estructura del espinal logrando respuestas favorables de crecimiento (Navarro, 1995).

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

Por otra parte, los productores desconocen que se puede aumentar el rendimiento en leña por individuo (lo que permitiría incrementar la producción de carbón), si se presenta un mayor número de vástagos (entre cuatro y seis). Adicionalmente, el rendimiento se puede mejorar si el tamaño de la leña es menor en longitud (entre 45 y 60 cm) y si el diámetro de las trozas es inferior a los 20 cm (Del Fierro, 2001; Olivares y Alvarado, 1991; Alvarado, 1989, FAO, 1983).

Además, se recomienda el mejoramiento de la práctica silvopastoril ya que no se compatibiliza criterios sostenibles para que la interacción de las diversas actividades silvoagropecuarias esté en armonía. El manejo del espinal generaría además otros beneficios asociados, como el mejoramiento de la fertilidad del suelo, el mejoramiento de la pradera; el mejoramiento de las condiciones microclimáticas bajo el espinal que proporciona una menor amplitud entre las temperaturas extremas beneficiando al ganado, como por ejemplo, la proporción de sombra el que se ve reflejado en un ahorro del consumo de agua que en zona de secano cobra real importancia. Sin olvidar la importancia de mantener y mejorar el recurso leñoso a través de la silvicultura aumentando el rendimiento de leña para la producción de carbón (Vita, *et al.*, 1995; Vita, 1989; Olivares, 1989; Trucco, 1985).

Las intervenciones sugeridas dependerán de las condiciones del bosque y del uso del espinal. Ambas sugerencias son factibles de efectuar ya que son los propietarios los que realizan las cortas para la producción de carbón, o destinan algún obrero para realizar esta actividad. La actual limitante por parte de los productores es el desconocimiento de las correctas técnicas de intervención del espinal, destinado a favorecer la producción futura de leña para carbón, para lo cual, se requiere de un equipo que genere e implemente la transferencia a los productores, respetando la normativa vigente.

Los propietarios manifestaron interés por mejorar el manejo de sus sistemas productivos, siempre y cuando, al adoptar tecnologías se observen resultados a corto plazo y no representen un gran esfuerzo económico. Esta condición se logra cumplir a través del manejo silvicultural del espino, debido a que posee una rápida y vigorosa regeneración vegetativa (Serra, 1997).

Las acciones propuestas pueden provocar una disminución en los ingresos los primeros años, para luego estabilizar la producción. El objetivo principal es comprometer a las instituciones gubernamentales, de tal manera de lograr el mejoramiento de los sistemas productivos asociados al espinal y cambiar la valoración que las familias campesinas tienen de este recurso.

5.3.2. Comercialización del carbón de espino

La comercialización se realiza de manera directa con un valor promedio por kilogramo de \$113. El poder comprador es normalmente un intermediario, quien fija los precios de compra, los que se han mantenidos en los últimos diez años. Los intermediarios venden el producto a quienes embalan el carbón en bolsas de 2,5 kilos o bien, revende el producto embazado a los lugares de comercialización (supermercados o almacenes).

Este proceso genera un importante incremento en el valor del carbón, el cual puede cuadruplicar su valor.

Acortar la cadena de comercialización generaría un importante aumento en el ingreso por concepto de la producción de carbón. Para tal efecto es necesario asociar a los productores aumentando los volúmenes de producción y disminuyendo los costos de transacción. La principal modificación debe apuntar a la forma de comercializar el producto, cambiando los sacos de 40 kg por envases que contengan entre 2,5 y 5 kilos y disponerlos en los centros de venta urbanos. Con esto se asegura la extracción controlada del recurso, ya que sin aumentar el volumen individual de venta, se favorece la permanencia del espinal debido a la necesidad de conjugar un manejo sustentable del recurso normado por las leyes existentes.

Realizar la venta directa del producto requiere la asistencia técnica para favorecer la agrupación de los productores, para lo cual existen instrumentos de fomento productivo que facilitarían la asociación, entre ellos se cuenta proyectos de agregación de valor y proyectos de apoyo local, servicio de asesoría a la formación de empresas asociativas y fondo de fomento a la asociatividad campesina, entre otros. Estos programas están destinados a pequeños productores, condición que cumplen cinco de los propietarios que conforman esta investigación y que en conjunto, producen el 58,4% del total de la producción. Además, los volúmenes producidos por los campesinos que no se encuentran en la categoría de pequeños propietarios, podría incluirse dentro de la organización (CONAF, 2002).

Normalmente en la zona la producción de carbón se realiza a través de la aparcería; para ellos la elaboración del producto cobra vital importancia ya que normalmente se desempeñan como temporeros en verano, para los cuales en la época de invierno se encuentran desempeñando el carboneo. Este grupo podría incluirse dentro de la sociedad como fuerza de trabajo, asegurándoles una ocupación permanente, con lo que extendería el manejo del espinal. Además, en la Comuna existen productores de carbón que utilizan otras especies del bosque esclerófilo, como litre y quillay, con lo que se podría fortalecer la asociación.

La principal ventaja que presentan los productores, es que en su mayoría, han participado en procesos de transferencia tecnológica y en el interés que manifestaron en mejorar sus procesos productivos, que se refleje en un aumento de sus utilidades. Se suman, la condición socioeconómica y el nivel de escolaridad, las que son las principales ventajas que presentan.

6. CONCLUSIONES

Características de los productores

- Los jefes de familia están conformados en un 75% por hombres, con una edad promedio de 58,3 años, donde el 80% ha recibido transferencia tecnológica en algún rubro de las actividades prediales. El 25% de los jefes de familia lo conforman mujeres las cuales en su totalidad han participado en programas de transferencia, con un promedio de edad de 54 años. A pesar del interés por participar en actividades de transferencia la edad es una característica que limita la adopción de tecnología a largo plazo.
- El nivel de escolaridad de los jefes de familia es atípico para la zona ya que el 100% presenta educación básica completa, concentrándose el grupo en la educación superior (técnico universitaria) con un 62,5%. A su vez, el proceso de transferencia tecnológica ha sido recibido principalmente por los productores que presentan un nivel de escolaridad más bajo, este comportamiento se relaciona principalmente con la edad promedio de los productores ya que son éstos los más jóvenes, menores de 50 años.

Estructura de las unidades productivas

- El estudio determinó una superficie promedio de 479,3 ha, valor muy superior para la Comuna, lo que se refleja en la diversidad de las actividades silvoagropecuarias, siendo la ganadería la que utiliza la mayor proporción del terreno (90 %) respondiendo a lo extensiva de ésta, la que presenta una alta carga animal 0,27 U.A./año/ha, sobreutilizando el recurso lo que va en perjuicio de las condiciones del suelo y la pradera, dejando en evidencia la falta de transferencia en el manejo de sus actividades prediales.
- La mano de obra promedio está compuesta en un 70,1% por mano de obra extrapredial, lo cual se debe principalmente al tamaño de la superficie de cada predio, a la diversificación de las actividades y a que el 62,5% de las familias están conformada por menos de tres integrantes, lo que determina la necesidad de contratar mano de obra extrapredial para desarrollar la totalidad de actividades silvoagropecuarias.
- El ingreso bruto promedio predial es de 1.574,7 U.F. siendo éste muy superior al de la Comuna. Este mayor ingreso se relaciona con el tamaño de los predios que permite la diversificación de las actividades, siendo la actividad agrícola la que aporta el 50% del ingreso bruto predial, seguido por la ganadería con 32,8% y por último se encuentra el subsistema forestal con un 16% y los ingresos percibidos por otras actividades 1,2%. La actividad del carbón aporta un 12,1% al ingreso total, pero se hace más importante en los sistemas que presentan un menor ingreso bruto y tamaño predial, reportándose cuatro observaciones con un aporte al ingreso total superior al 20%.
- En general, los rendimientos son bajos para lo que podrían llevar a obtener, debido al alto deterioro de los recursos y la falta de un mejoramiento en las prácticas realizadas en los distintos rubros silvoagropecuarios. Es así por ejemplo, que la transferencia sólo ha sido realizada en el manejo de ganado con fines prácticos, como la aplicación de vacunas y asistencias de parto, pero no se ha transferido en manejo de ganado.

Descripción del sistema de los productores de carbón de espino

- El proceso de producción de carbón de espino demora en promedio 13,1 días el cual, requiere de gran cantidad de mano de obra que se concentra en la extracción del recurso, etapa que consume alrededor de un 40% (132,5 J.H./año) del total (301,7 J.H./año).
- Los productores de carbón de espino presentaron un volumen total de 285,7 ton/año, donde son dispuesto a la venta 264 ton/año con un promedio de 33 ton/año. A su vez, se determinó un rendimiento promedio de 24,1%, el cual se relaciona principalmente con una falta de conocimiento por parte de los productores de mejores técnicas que favorezcan un aumento en esta variable. Además, la falta de transferencia tecnológica con respecto a la producción de carbón se ve reflejada en el criterio de selección de los individuos, lo que se transforma en una intervención intensiva del recurso que va en desmedro del bosque de *Acacia caven*. Esto se suma a la baja valoración que los productores le dan al recurso, ya que el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas al reportar mayores ingresos, transforman a la producción del carbón en una actividad complementaria.
- La producción de carbón se destina principalmente a la venta, la que se comercializa de manera directa, donde el precio no ha variado significativamente en los últimos diez años manteniéndose en el rango de \$100 a \$120 por kilo, lo que se relaciona con la baja valoración por parte de los productores de la fabricación del carbón y a la característica de actividad ilegal, relacionada con la extracción del recurso. Además, de que no se entrega un valor agregado al producto que comerciantes de otros sectores han sabido aprovechar.

Lineamientos de mejoramiento

- Las posibilidades de mejorar el sistema de producción de carbón pasa por implementar un correcto manejo del espinal, que mejoren las características del recurso, trayendo consigo un conjunto de beneficios. Esto, sumado a la modificación en la cadena de comercialización dándole valor agregado al producto; se materializaría en la asociación de este grupo de productores obteniendo un aumento en las utilidades por la venta del carbón.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, W. 1989. Relación entre el hábito del espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) y el rendimiento de la leña y carbón. Tesis Ing. For. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 83 p.
- ÁLVAREZ, G. y MUÑOZ, B. 1999. El espino como alternativa de desarrollo para productores rurales. Tesis Ing. Agronegocios. Universidad Central. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Santiago, Chile. 79 p.
- ARAYA, F. 2003. Caracterización de la producción de carbón en pequeños productores propietarios del sector Fundo Riquelme, Provincia de Linares, VII Región. Memoria Ing. For. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Talca, Chile. 71p.
- BAHAMONDES, M. 2000. Economía campesina. IV Curso de perfeccionamiento en extensión forestal. Grupo de Investigaciones Agrarias. Proyecto CONAF/GTZ. 32 p.
- BOENINGER, E. 1981. La economía campesina chilena. Aconcagua. Santiago, Chile. 181 p.
- CAVIEDES, E. Y CONTRERAS, D. 1986. Recursos forrajeros utilizados en producción ovina. II Zona central (secano comprendido entre Aconcagua y Talca). P 59-80 En: Garcia, G (Ed). Producción ovina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 344 p.
- CIREN. 1991. Directorio de propietarios rurales de las comunas de Pumanque y Paredones de la VI región. Santiago, Chile. 186 p.
- CIREN. 1993. Delimitación y descripción de microregiones para el programa de transferencia tecnológica de INDAP, regiones V a IX. Centro de Información de Recursos Naturales. Santiago, Chile. 4 mapas.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE). 1994. Evaluación del consumo de leña en Chile 1992. Informe técnico N°130. CNE/INFOR.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE). 2002. Balance nacional de energía 2001. Chile. 20 p.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). 2002. Guía de instrumentos para el desarrollo forestal. Gerencia de Fomento y Desarrollo Forestal. Santiago, Chile. 156 p.
- CHACÓN, A. 1981. Diagnóstico técnico-económico secano costero VI Región. INIA, Boletín n° 8. Santiago, Chile. 222 p.
- CHILE. Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2004. Decreto Ley N° 701, de 1974. Sobre fomento forestal y otras disposiciones legales. 96 p.
- DEL FIERRO, P. 2001. Efecto de tratamiento de corte sobre el rebrote de *Acacia caven* (Mol.) mol. En Aucó, IV Región. Memoria Ing. For. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 109 p.

- DÍAZ, K. 2004. Evaluación del rendimiento volumétrico al aplicar un raleo en un espinal de la comuna de San Pedro, Región Metropolitana. Memoria Ing. For. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 53 p.
- DUCHENS, L. 1985. Factibilidad económica de producir energía a partir de leña de *Eucaliptus globulus* (Lab). Tesis Ing. For. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales. 154 p.
- EARL, D. E. 1975. Informe sobre el carbón vegetal. FAO. Roma. 53 p.
- EARL, D. E. 1976. Informe sobre el carbón vegetal. Informe técnico n° 15. Corporación Nacional Forestal. Proyecto PNUD/FAO. Santiago, Chile. 65 p.
- ECHENIQUE, J.; GÓMEZ, S. 1991. La agricultura chilena. Las dos caras de la modernización. Tercera edición. Santiago, Chile. 304 p.
- FAO. 1983. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Roma. 157 p.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1964. Carbón de leña, producción venta y usos. U.S. Department of agriculture Forest Service. México, D.F. 167 p.
- GAJARDO, M.; VERDUGO, R. 1979. Rendimientos en hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), corteza de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y carbón de espinos (*Acacia caven* Mol) en la V región. Tesis Ing For. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 93 p.
- GARFIAS, R. 2001. Caracterización y funcionamiento de sistemas agroforestales en la comuna de Pumanque, Chile. Tesis M.C. Ing. For. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 93p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 1998. VI Censo Nacional Agropecuario. 1ª edición, INE. Santiago. Chile. 214 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 2002. XVII Censo de población y V de vivienda. Chile. INE. 750 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA (INIA). 1989. Mapa agroclimático de Chile. Texto y mapas. INIA. Chile. 221 p.
- LARRAÍN, J. 2001. Tecnologías agroforestales para pequeños productores del secano interior de la comuna de La Estrella, VI Región. Memoria Ing. For. Universidad de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Santiago, Chile. 75p.
- MARCOS, F. 1989. El carbón vegetal: propiedades y obtención. Madrid, España. 116 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y FAO. 1993. Pobreza y ruralidad en 286 comunas comprendidas entre la IV y X región de Chile. Secretaría de agricultura. Santiago, Chile.
- MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN (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.
- NAVARRO, R. 1995. Efecto de intervenciones silviculturales sobre el crecimiento y la producción de fitomasa de *Acacia caven* en Melipilla, Región Metropolitana. Memoria Ing. For. Universidad de Chile, Facultad de Cs.Agrarais y Forestales. Santiago, Chile. 89 p.
- NOVOA, R. 1987. Potencialidades del secano costero chileno. CED, Santiago, Chile. 113 p.
- ODEPA. 2002. Panorama de la agricultura chilena. Ministerio de Agricultura. 91 p.
- OLIVARES, A. 1983. Potencial silvopastoral del matorral de *Acacia caven*. En: Actas del encuentro del estado de la investigación sobre manejo silvopastoral en Chile. Universidad de Talca. 57-64 p.
- OLIVARES, A. 1989. El ecosistema silvopastoral. En: Avances en producción animal 14: (1-2). 3-14 p.
- OLIVARES, A. Y ALVARADO, W.1991. Relación entre el hábito de crecimiento del espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) y la producción de leña y carbón. En: Avances en producción animal 16: (1-2). 95-107 p.
- PALADINES, O. 1983. Balance forrajero; método para la planificación de los recursos forrajeros del predio. El campesino (Chile). 114 (9): 24-33.
- 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.; MATHEI, S.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Universidad de Concepción, Chile. 408 p.
- SCHEJTMAN, A. 1982. Economía campesina y agricultura empresarial. Ediciones Siglo XX, México.D.F.
- SCHULTZ, T. 1969. La crisis económica de la agricultura. Biblioteca de la ciencia económica. Madrid, España. 305 p.
- SERPLAC Y GOBIERNO REGIONAL VI REGIÓN. 2001. Plan de Desarrollo Comunal Pumanque, periodo 2002 – 2005. 171 p.
- SERRA, M. 1997. Chile: *Acacia caven*. En: FAO: Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie zonas áridas y semiáridas N°12. 159-167 p.
- TRUCCO, J. 1985. Evaluaciones iniciales de un sistema silvopastoral con *Acacia caven* (Mol). Hook et Arn. para la Región Mediterránea Subhúmeda de Chile. Tesis Ing. For. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Chillán. 79p.

VITA, A. 1989. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Proyecto CONAF/FAO/PNUD/CHI/83/017. Documento de trabajo N° 21. 243 p.

VITA, A.; SERRA, M.; GREZ, I.; OLIVARES, A.; GONZALEZ, M. 1995. Intervenciones silviculturales en espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) en la zona árida de Chile. En: Ciencias Forestales (10) N°1-2. 51-62 p.

8. APÉNDICES

Información detallada por productor de las variables utilizadas

Propietario	Tamaño	Nivel escolar	Sexo	Sup. Total	Tenecia	Ingreso Bruto	Mano de obra	Sup. Disponible
	U. Familiar					U.F	familiar (J.H./año)	con especie
1	2	TEC	F	187,6	Ind	307,1	225	81,2
2	2	TEC	M	374	Ind	885,9	490	101,6
3	2	TEC	F	270	Ind y med	450,0	150	32,8
4	4	TEC	M	840	Ind	2993,8	290	750
5	5	BAS. COMP.	M	196,4	Ind	902,5	855	156,4
6	2	UNIV	M	1300	Ind	1254,2	290	900
7	1	UNIV	M	641,5	Ind	5339,9	106	260
8	4	MED. INCOM	M	25	Ind y med	178,7	434	7,5
				3834,5				
Promedio	2,75			479,3		1539	355	286,2

Propietario	Tiempo proceso	Producción anual	Precio	Aporte al	Rendimiento
	carbonización	Toneladas	\$/kg	ingreso total	
1	14.37	9.2	120	21.5	18.7
2	12	39	120	31.6	28.4
3	12.37	24.84	100	11.9	27.6
4	12.81	39.2	120	9.4	26.6
5	12.75	38.4	110	28.0	20.0
6	17.5	20	120	3.4	20.0
7	12.87	34	100	3.8	22.9
8	10.37	12	120	33.8	19.1
Promedio	13.13	27.08	113.75	17.9	22.9