

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS**

**“Caracterización del manejo de encinos y evaluación de la
regeneración vegetativa de una de las especies preferidas para leña
en la comunidad de Ajuno, Pátzcuaro, Michoacán, México”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRA
EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

PRESENTA:

Biól. María Guadalupe García Burgos

Director de Tesis: Dr. Omar Masera Cerutti



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas por la formación y apoyos económicos recibidos, al CONACYT por la beca otorgada a partir de Febrero de 2005 hasta Junio de 2006, a la DGEP por la beca otorgada de Agosto de 2004 hasta junio de 2006, al proyecto PAPIIT IN230405, UNAM.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por seguir ofreciéndome la oportunidad de crecer. Al Centro de Investigaciones en Ecosistemas por plantear una nueva forma de hacer estudios enfocados al manejo de recursos naturales. Al laboratorio de Bioenergía por apoyar y permitir mi crecimiento académico.

A mi comité académico por sus valiosas aportaciones. Al Dr. Omar Masera Cerutti por la dirección de mi tesis y apoyo incondicional, al Dr. Diego Pérez Salicrup por su valiosa orientación y apoyo, al Dr. Rafael Lira Saade por sus aportaciones. A los miembros de mi jurado, a la Dra. Alicia Castillo Castro por su detallada revisión y apreciables aportaciones y al Dr. Fernando Zavala Chávez por sus valiosas contribuciones.

A la Biól. Teresita del Niño Jesús por sus enriquecedoras y desinteresadas aportaciones, al M. en C. René Martínez Bravo por su apoyo incondicional en el laboratorio y en campo, a la Biól. Gabriela Guerrero Pacheco por su asistencia en la elaboración de mapas y manejo de SIG.

Al M. en C. José Luis Navarrete por su incondicional colaboración en el trabajo de campo. A todos los compañeros de trabajo de campo Cesar González, América Plata, Fabi Parra, Adrián Ghilardi "Yayo", Manuela Prehn, Francisco Aviña "Panchito", , Pavka Patiño, Oscar del Valle, Ana Laura Barillas, Gaby Ponce "Guate", Víctor García, Osvaldo Cano, Margarita Cano, a los que escapen de mi mente. A las personas de la comunidad de Ajuno en especial a la familia Morales.

A mis padres por el apoyo incondicional que siempre me han dado, a mi abuela por su amor y comprensión y a mi hermano por existir. A mis amigos que a la distancia me siguen brindando lo mejor de ellos, Caro, Elisa, Osvaldo, Marcos, Angélica, Ingrid y Dany.

RESUMEN

En México, la leña es el principal energético en las comunidades rurales. Uno de los géneros más utilizados como leña en el país es *Quercus sp.* (encinos). Los encinos son preferidos por sus cualidades como combustibles y reconocidos por su capacidad de regeneración vegetativa, por lo que es importante plantear alternativas de manejo que permitan la regeneración y el mantenimiento de éste recurso. En este trabajo se hizo una caracterización del manejo tradicional de los encinos para la obtención de leña en la comunidad de Ajuno, Pátzcuaro, Michoacán, así como la evaluación de la regeneración vegetativa de la especie de encino preferida para leña. La caracterización se dividió en dos ejes: el social y ambiental. El social, estudiado mediante entrevistas en la población de Ajuno exploró el conocimiento general y uso de las especies de encino, los factores que determinan el manejo, así como las percepciones de la regeneración vegetativa. El eje ambiental se evaluó utilizando el método del individuo más cercano (n=250 encinos con circunferencia basal ≥ 10 cm). Para cada individuo se registró la especie y para los ejemplares de la especie preferida para leña rasgos relacionados con el manejo como: número de eventos de corte, número de rebrotes, diámetro basal y diámetro del corte. Como parte de la caracterización y con la finalidad de estimar el tiempo aproximado de aprovechamiento de los rebrotes, se determinó la edad de aquellos de mayor diámetro (n=24), asumiendo que serían coetáneos los que hubieran surgido a partir del mismo evento de corte. La regeneración vegetativa se evaluó en los individuos de la especie preferida, con base en los datos obtenidos de la caracterización del manejo.

Se identificaron dos grupos según la clasificación local, el primer grupo llamado “encinos blancos” abarcó *Quercus. castanea* Née y *Q. crassipes* Humb. & Bonpl. El segundo grupo, “encinos prietos” comprendió a *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. y *Q. rugosa* Née. *Q. castanea* fue la especie con mayor manejo y pertenece al grupo de encinos denominados blancos preferidos para leña. Se detectó que existe preferencia en el consumo de leña de encino en las viviendas visitadas, sin embargo, el consumo se realiza independientemente del tipo de encino. Las

principales razones por las que los entrevistados visitan los sitios de extracción de leña son la cercanía a caminos, a la parcela de trabajo y a la vivienda. Los entrevistados reconocen la capacidad de rebrotar como una característica intrínseca de los encinos y como factores importantes que afectan el surgimiento, crecimiento y sobrevivencia de los rebrotes de encino a la humedad (edáfica y atmosférica), las características del corte, la edad y el diámetro del árbol. En los individuos de *Q. castanea* el número de eventos de corte que tiene un encino aumenta la probabilidad de ser aprovechado nuevamente y aquellos con mayor área basal tienen un mayor número de eventos de corte. Se detectó que debido a la gran variación de diámetros de los rebrotes coetáneos, solo se podía hacer la estimación del tiempo de aprovechamiento de los rebrotes de mayor diámetro para cada evento de corte, por lo tanto, solo se puede estimar el tiempo mínimo para utilizar un rebrote y no para el grupo de rebrotes coetáneos. La percepción de los informantes sobre la regeneración vegetativa de los encinos, subestima el tiempo de crecimiento de los rebrotes y sobrestima el diámetro de los mismos. Finalmente, se obtuvieron las ecuaciones alométricas para estimar el área basal total de los rebrotes y diámetro de los rebrotes de mayor talla de *Q. castanea*.

ABSTRACT

The objectives were to characterize the management of traditional oak trees for firewood in the community Ajuno, Patzcuaro, Michoacan, as well as evaluating vegetative regeneration of the species preferred oak for firewood. The characterization was divided into two axis: social and environmental. The social studied through interviews in the population of Ajuno explored the general knowledge and use of oak species, the factors that determine the management, as well as perceptions of vegetative regeneration. The environmental axe was assessed using the closest individual method (n = 250 oak with basal circumference ≥ 10 cm). For each individual was recorded for the species and copies of the preferred species for firewood traits associated with the operation as: number of events of court, the number of sprouts, basal diameter and the diameter of court. It was determined the age of the sprouts larger diameter (n = 24) by counting growth rings. The vegetative regeneration was evaluated based on the data obtained from the characterization of management.

The classification local oak is blancos and prietos. The "blancos oak" include *Quercus castanea* Née and *Q. crassipes* Humb. & Bonpl. The "oak prietos" contain *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. and *Q. rugosa* Née. *Q. castanea* species was the most managed, diametric ranks of cut sprouts was 10-30 cm and the factors that influence the growth of sprouts are the basal area of cutting and regrowth age. In homes were visited preference for the use of oak firewood, however, consumption is done regardless of the type of oak. Extraction firewood sites are determined by proximity to roads, the plot of work and housing. The management of wood depends on gender and is oriented autoabasto. It was estimate the time to use of sprouts of greater diameter. Informants overestimate growth rates of sprouts of oak.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Concepto de manejo	3
2.2 Regeneración vegetativa	3
Aspectos biogeográficos y de manejo del rebrote.....	6
2.3 Regeneración vegetativa y manejo de los encinos	7
2.4 Conocimiento y manejo de especies locales para uso de leña	8
III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	10
IV. HIPÓTESIS	10
V. OBJETIVOS	10
5.1 Objetivo General 1:	10
Objetivos particulares:.....	10
5.2 Objetivo General 2:	11
Objetivos particulares:.....	11
VI. ÁREA DE ESTUDIO	12
6.1 Localización geográfica	12
6.2 Factores abióticos	12
6.3 Factores bióticos	13
6.4 Aspectos socioeconómicos	13
6.5 Propiedad privada, ejidal y comunidad indígena (tenencia de la tierra)	13
6.6 Estructura organizacional	14
VII. METODOLOGÍA	15
7.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENCINARES PARA USO DE LEÑA 15	
7.1.1 Caracterización del manejo en la población de Ajuno	15
7.1.1.1 Cuestionarios	15
Sitios de extracción	17
Existencias de leña en viviendas.....	19
Manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes	20
7.1.2 Caracterización del manejo de los encinares	20
7.1.2.1 Determinación de especies presentes en la comunidad	20
7.1.2.2 Determinación de las proporciones y estado de manejo de las especies presentes en un sitio representativo de alta extracción de leña	20
7.1.2.3 Caracterización del manejo de la especie preferida y evaluación de la regeneración vegetativa	21
7.1.2.4 Estimación de la edad de rebrotes (ER)	21
7.2 ANALISIS DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA	22
Número y área basal de rebrotes	23
Diámetro de los rebrotes de mayor talla.....	23
Probabilidad de encontrar diámetros >15 cm.....	23
VIII. RESULTADOS	24
8.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENCINARES PARA USO DE LEÑA 24	
8.1.1 Caracterización del manejo en la población de Ajuno	24
8.1.1.2 Conocimiento general y uso de las especies	24
<i>Determinación de especies y taxonomía de encinos</i>	26

8.1.1.3 Factores determinan el manejo de los encinos para leña	27
<i>Sitios de extracción</i>	27
<i>Transporte</i>	32
<i>Suministro</i>	32
<i>Existencias en vivienda: tipo de leña y sus diámetros</i>	33
<i>Rangos diamétricos cortados y herramientas utilizadas</i>	36
8.1.1.4 Conocimiento y manejo de la regeneración vegetativa	38
<i>Percepción de regeneración natural de encinos</i>	38
<i>Factores relacionados con el surgimiento, la supervivencia y el crecimiento de rebrotes</i>	39
<i>Percepción sobre el corte en el rebrote de encinos</i>	43
<i>Manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes</i>	43
8.1.2 Caracterización del manejo de los encinares	46
8.1.2.1 Proporción y estado de manejo de <i>Quercus obtusata</i> y <i>Quercus castanea</i> en el sitio representativo de extracción de leña	46
8.1.2.2 Caracterización del manejo de <i>Quercus castanea</i> y evaluación de la regeneración vegetativa	46
<i>Distribución de eventos de corte</i>	46
<i>Área basal del individuo vs. número de eventos de corte</i>	47
8.1.2.3 Estimación de la edad de rebrotes (ER)	47
8.2 ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA	49
8.2.1 Número y área basal total de rebrotes	49
8.2.2 Diámetro de los rebrotes de mayor talla	50
8.2.3 Probabilidad de encontrar diámetros >15 cm	50
IX. DISCUSIÓN	52
9.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENCINARES PARA USO DE LEÑA 52	
9.1.1.1 Conocimiento general y uso de las especies	52
<i>Determinación de especies y taxonomía de encinos</i>	53
9.1.1.2 Factores que determinan el manejo de los encinos para leña	53
<i>Sitios de extracción</i>	53
<i>Transporte</i>	56
<i>Suministro</i>	56
<i>Existencias en vivienda: tipo y diámetros de leña</i>	56
<i>Rangos diamétricos cortados y herramientas utilizadas</i>	57
9.1.1.3 Conocimiento y manejo de la regeneración vegetativa	58
<i>Percepción de regeneración natural de encinos</i>	58
<i>Factores relacionados con el surgimiento, la sobrevivencia y el crecimiento de rebrotes</i>	58
<i>Percepción sobre el corte en el rebrote de encinos</i>	61
<i>Manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes</i>	66
9.1.2 Caracterización del manejo de los encinares	67
9.1.2.1 Proporción y estado de manejo de <i>Quercus obtusata</i> y <i>Quercus castanea</i> en el sitio representativo de extracción de leña	67
9.1.2.2 Caracterización del manejo <i>Quercus castanea</i> la especie preferida	68
<i>Distribución de eventos de corte</i>	68
<i>Área basal del individuo vs. número de eventos de corte</i>	68
9.1.2.3 Estimación de la edad de rebrotes (ER)	68
9.2 EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA	70
9.2.1 Número y área basal de rebrotes	70
9.2.2 Diámetro de los rebrotes de mayor talla	71

9.2.3 Probabilidad de encontrar diámetros >15 cm	71
X. CONCLUSIONES	73
XI. RECOMENDACIONES	74
ANEXO 1	75
ANEXO 2	78
ANEXO 3	79
XII.BIBLIOGRAFÍA	81

I. INTRODUCCIÓN

Alrededor del 60% del total de la madera extraída en el mundo se utiliza con fines energéticos (Trossero, 2002). En México, la leña es el principal energético para cocinar en poblaciones rurales, es utilizada también por miles de pequeñas industrias y representa el 74% de la extracción de madera a nivel nacional (Masera, 1996). ¹La leña es, por ende, uno de los productos forestales más importante para las comunidades de México.

Uno de los géneros más utilizados en el país como leña es *Quercus* conocido comúnmente como encino (Masera *et al.* 1997). La población rural que habita en zonas templadas aprovecha los encinares para leña debido a la alta capacidad regenerativa de las especies, su peso específico medio -que da mayor poder calorífico por unidad de volumen-, a la facilidad de rajado en verde de algunas especies y a su disponibilidad (Masera *et al.* 1997; Arias 1993). Estudiar los encinos es de suma importancia, ya que México es uno de los centros de diversidad del género, además de que las especies poseen diversos potenciales productivos (uso en aserrío, pasta para celulosa y fuente de taninos) y en particular por la creciente escasez ante el uso local intensivo como combustible, sea como carbón o leña (Zavala, 2001; Valencia, 2004).

Entre los estados con mayores existencias de encino se encuentra Michoacán (Mass, 1977). Al interior del estado, la Región Purépecha combina un acervo importante de bosques templados altamente diversos (entre éstos los bosques de pino-encino y los bosques de encino) y un uso sumamente intensivo de leña.

En la Región del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, se encuentran numerosas comunidades que hacen un aprovechamiento importante de encinos para el consumo de leña. Un ejemplo de estas comunidades es Ajuno, que se caracteriza por tener una zona de bosque sujeta a la extracción tanto de leña de encino como de especies para aserrío (principalmente pino), y zonas que han sufrido alta

¹ Este valor es cercano a la estimación de 80% calculada para el conjunto de países en vías de desarrollo por FAO (Trossero, 2002)

intensidad de extracción y que actualmente son sitios cuyos individuos se han regenerado principalmente de forma vegetativa.

Una respuesta a las necesidades de leña propuestas por la FAO han sido las plantaciones forestales (FAO 1985, citado por Murillo y Hernández, 2002). Sin embargo, el aprovechamiento de la regeneración vegetativa para la obtención de leña ha sido poco explorado. Los encinos son preferidos por sus cualidades como combustibles y reconocidos por su capacidad de regeneración vegetativa, por ello es importante plantear alternativas de manejo que permitan la regeneración y el mantenimiento del recurso, a la vez que el suministro de leña. Como primer paso es necesario caracterizar y entender el manejo tradicional que se hace de los encinares para la obtención de leña.

En este trabajo se hace una caracterización del manejo tradicional de los encinos para la obtención de leña en la comunidad de Ajuno y una evaluación la regeneración vegetativa de la especie de encino preferida para leña.

II. ANTECEDENTES

2.1 Concepto de manejo

El manejo de ecosistemas se dirige por metas explícitas y se ejecuta por políticas, protocolos y prácticas. Es adaptable mediante el monitoreo e investigación basada en nuestro mejor entendimiento de las interacciones ecológicas y procesos necesarios para el sostenimiento de la composición del ecosistema, su estructura y función (Christensen *et. al.*, 1996).

En este estudio se define “manejo” como una acción sobre un recurso que conlleva cierta intencionalidad. En particular, para el recurso leña, dicho manejo comprenderá ciertos componentes biológicos y sociales. En cuanto al componente biológico, se caracterizó el manejo de la especie preferida para leña en el principal sitio de extracción y se evaluó la accesibilidad a los sitios de extracción de leña declarados por los informantes. Respecto al componente social, se exploró el conocimiento sobre características morfológicas, diversidad, calidad como leña, facilidad de corte, preferencias que los pobladores de Ajuno tienen de los encino utilizados para leña, así como los conocimientos respecto al manejo de la regeneración vegetativa y los factores que influyen el uso de los encinos para leña.

2.2 Regeneración vegetativa

Muchos ecosistemas son dominados por plantas leñosas capaces de rebrotar, debido a que persisten *in situ*, a pesar de eventos de disturbio como fuego, inundaciones y tormentas. Los rebrotes son los renuevos que crecen de una planta después de haber sido cortada (<http://www.infor.cl/ciacef/glosario.htm>). Éstos crecen más rápido que las plántulas procedentes de semillas y pueden rápidamente reocupar sus propios huecos. El impacto de la regeneración vegetativa en las poblaciones es importante pues permite su renovación cuando éstas son reducidas y su mantenimiento minimizando la dependencia de las plántulas y los efectos de disturbios. (Bond y Midgley, 2001).

La capacidad de regenerarse vegetativamente varía entre especies y entre disturbios de diferente severidad. Bellingham y Sparrow (2000), modelaron los tipos

de rebrote en respuesta a regímenes de perturbación y encontraron que las plantas con rebrotes basales pueden ser más comunes en áreas con severos y frecuentes disturbios, mientras que los rebrotes axilares pueden ser más comunes en áreas con una menor intensidad de disturbio (ver Figura 1 y Figura 2). En la Figura 1 la parte de líneas punteadas señala el patrón de regeneración y la parte de líneas continuas el patrón de pérdida de biomasa.

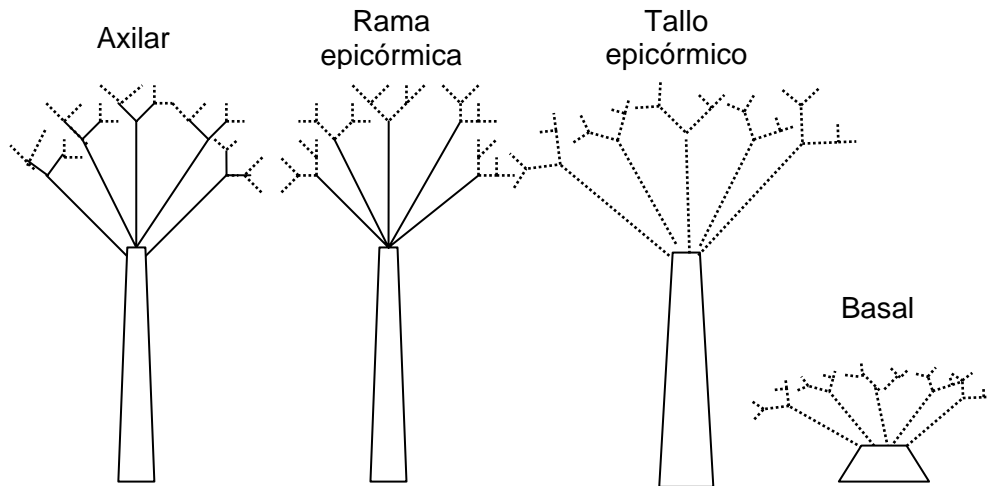


Figura 1. Patrones de pérdida de biomasa y regeneración (Bellingham y Sparrow, 2000)

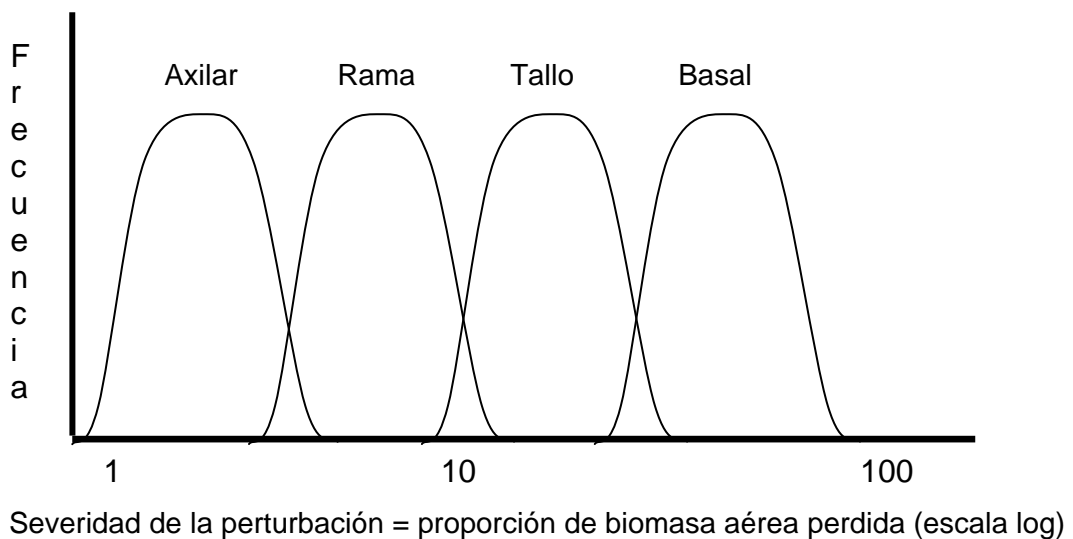


Figura 2. Relación entre severidad del disturbio y respuesta de rebrote (Bellingham y Sparrow, 2000)

Para contar con la capacidad de rebrotar luego de haber sufrido algún daño, una planta necesita de la supervivencia de meristemos y almacenes de reserva para soportar el proceso de rebrote. La asignación de reservas conlleva un costo o

compromiso funcional contra el crecimiento o la reproducción (Bond y Midgley, 2001).

Las plantas con propiedades similares pueden tener tasas de crecimiento ampliamente divergentes dependiendo de las reservas asignadas para rebrotar. Esto ha sido considerado para el crecimiento de renuevos en bosque templado donde tanto los datos empíricos como los modelos indican que los carbohidratos de almacén subterráneo mejoran la supervivencia en el crecimiento (Kobe, 1997 citado por Bond y Midgley, 2001).

El Cuadro 1, enlista algunas de las características que presentan las plantas con importante capacidad de producción de rebrotes.

Cuadro 1. Características de plantas leñosas productoras de rebrotes

-
- Generalmente tienen baja producción de semillas, bancos de semillas más pequeños y tasas de crecimiento y maduración más lentas a partir de semillas (Bond y Midgley, 2001).
-
- Los rebrotes tienen raíces con concentraciones de almidón más altas que en aquellas que no rebrotan (Pate *et al.* 1990).
-
- Tienen menor biomasa que aquellas de la misma edad que no rebrotan, el crecimiento es una función de la asignación de la planta completa. La importancia de esta implicación radica en que las plantas con hojas de propiedades similares, pueden divergir en las tasas de crecimiento dependiendo de las reservas asignadas al rebrote (Bond y Midgley, 2001).
-
- En una variedad de ecosistemas, tienen tallos múltiples y más cortos que las que no rebrotan. El autor argumenta que los múltiples tallos corren el riesgo de ser sombreados por los tallos sencillos de otras plantas, compitiendo con estos últimos y además estando restringidos a sitios menos productivos o áreas con perturbaciones frecuentes. Sin embargo, muchas plantas que rebrotan son de tallos sencillos, incluyendo especies altas, las cuales retienen un banco de renuevos para rebrotar. (Midgley, 1996).
-

- En escalas de patrones intragenéricos dentro de los ecosistemas (dentro de géneros), emergen dos generalizaciones sobre las plantas que rebrotan: a) que tienden a ser más ampliamente distribuidas y b) a ser numerosas en sitios menos productivos. Por esto en áreas productivas, los rebrotes pueden ser dominados por los tallos sencillos de los semilleros, pero en un hábitat improductivo la dependencia obligada de las semillas es peligrosa porque el crecimiento es más lento y las plantas mueren con mayor probabilidad por las perturbaciones sin el reclutamiento de semillas (Midgley, 1996; Ojeda, 1998).

- En bosques y matorrales propensos al fuego las plantas que rebrotan vigorosamente como adultos tienden a ser pobres reclutadores, mientras que los que no rebrotan reclutan más pronto (Bond y Midgley, 2001).

Algunas de las características anteriormente mencionadas (raíces con reservas, múltiples tallos, mayor distribución y número en sitios improductivos), dan a las plantas con capacidad de rebrotar cualidades interesantes en términos de manejo.

Aspectos biogeográficos y de manejo del rebrote

Los patrones de rebrote en diferentes regiones están pobremente documentados. Everhan y Brokaw (1996) encontraron que la incidencia de especies que rebrotan es más baja en sitios de bosque templado (35.9%) que en sitios tropicales (51.5%) y que su número tiende a incrementarse en bosques de mayor humedad. La menor incidencia de rebrotes en bosques templados se debe particularmente a la presencia de coníferas, pues en estos bosques la mayoría de los árboles adultos mueren cuando sufren disturbios severos. En conclusión, la frecuencia de disturbios de baja intensidad favorecen los rebrotes y las perspectivas biogeográficas están ligadas al tipo e intensidad de la perturbación.

Por otra parte, Bond y Mindgley (2001) encuentran que las plantas que rebrotan en bosques templados han sido de gran importancia en el manejo tradicional de áreas arboladas, aunque se les ha dado muy poca atención en la construcción de teoría y modelos de sucesión o diversidad forestal.

La capacidad de rebrotar no ha sido suficientemente considerada para la conservación y el manejo de especies vegetales. Las plantas que rebrotan, respecto de aquellas que no rebrotan, son resistentes a perturbaciones y catástrofes, pueden

tolerar grandes periodos con poco o nulo reclutamiento y tenderían a preservar la diversidad genética aun en pequeñas poblaciones por su largo tiempo generacional. Las poblaciones de plantas persistentes (con capacidad de rebrotar) podrían mostrar respuesta baja o intermedia a la pérdida de polinizadores y dispersores. La amenaza para las plantas que rebrotan se incrementa por la mortalidad de adultos causada por ejemplo, por la alteración del hábitat o por el cambio de las condiciones de crecimiento. Por otra parte, el pobre reclutamiento puede ser un problema pues la colonización por especies que rebrotan podría ser menos probable en sitios desocupados que la colonización por especies que no rebrotan (Bond y Midgley, 2001).

En conclusión, las plantas con capacidad de rebrotar tienen una serie de cualidades (plasticidad para mantenerse en sitios de poca productividad, tasas de crecimiento mayores que otras de especies que no rebrotan, resistencia a la disminución de polinizadores y largos periodos sin reclutamiento, etc.) que les permiten tolerar disturbios naturales y regenerarse tras sufrir dichas perturbaciones. El aprovechamiento de estas especies representa un disturbio "artificial", por lo que realizar un manejo adecuado permite obtener beneficios de las poblaciones sin comprometer su mantenimiento.

2.3 Regeneración vegetativa y manejo de los encinos

Los requerimientos para la regeneración de los encinos (*Quercus spp.*) varían entre especies. Los encinos difieren en la habilidad para producir semillas, de germinar, en su tolerancia a la sequía, la sombra y otras formas de estrés (Larsen y Jonson, 1998).

La regeneración vegetativa en encinos se presenta en la mayoría de las especies cuando la producción de bellotas es irregular, escasa o casi nula (Zavala, 2001). Sus grandes sistemas radiculares permiten que los encinos sobrevivan después de que las partes aéreas han muerto, así mismo favorecen el crecimiento una vez que se presentan las condiciones. Los rebrotes de encino crecen más rápido en longitud que las plántulas de las mismas especies (Larsen y Johnson, 1998).

La regeneración vegetativa de encinos es compleja, se ha visto que la humedad del suelo influye fuertemente en las dinámicas del proceso de regeneración, de igual forma la respuesta varía dependiendo de cómo los disturbios

afectan la competencia de especies y el dosel (Larsen y Johnson, 1998). Otros factores relacionados con el manejo de encinos son el diámetro y la altura de corte del tocón los cuales intervienen en el surgimiento de rebrotes (Johnson, 1975; Khan y Tripathi, 1986).

La regeneración vegetativa en los encinos es importante, particularmente en el manejo para leña se tiene experiencia en las dehesas españolas² donde los encinos presentes fueron manejados de forma intensiva mediante técnicas de poda y quema, resultando sitios abiertos con árboles con copas bien formadas e incrementando la producción de bellotas (Plieninger *et al.*, 2004). En los encinares de Norteamérica, el aclareo ha sido un método silvícola exitoso y confiable para regenerar bosques de encino. (Larsen y Johnson, 1998).

Finalmente, el tiempo requerido y la intensidad de las operaciones silvícolas para regeneración de encinos dependen de la dinámica de poblaciones de cada especie en un ecosistema específico. Su conocimiento es muy importante para el desarrollo de prescripciones silvícolas y modelos realistas predictivos para la regeneración de encinos (Larsen y Johnson, 1998).

2.4 Conocimiento y manejo de especies locales para uso de leña

El reconocimiento de la necesidad de entender e intercambiar conocimiento con las comunidades rurales para lograr la definición y solución de problemas ha permitido desarrollar diversas metodologías para lograrlo (Warren y Meehan 1980, Johannes 1993,) buscaron mecanismos que permitieran un diálogo entre agentes de cambio y poblaciones locales.

El conocimiento que las comunidades tienen respecto a sus recursos naturales es de gran utilidad cuando se pretende hacer propuestas para mejorar el manejo de un recurso.

Un estudio enfocado en reconocer las actitudes y conductas de conservación de manejadores de dehesas, especialmente en lo concerniente a la deficiencia en la regeneración de encinares, reportó que las razones de los manejadores para tener encinos conjuntan un amplia variedad de valores. Ellos, aprecian mucho los

² Las dehesas son extensiones territoriales creadas a lo largo de múltiples usos de agroforestería con árboles de encino dispersos, cuyo uso tradicional ha comprendido diversos tipos de producción pecuaria así como el consumo de los encinos para leña y carbón (Plieninger *et al.*, 2004).

encinares, tanto por motivos de ingresos como por otros, como el interés de preservación o por tradición familiar (Plieninger *et al.*, 2004).

Los informantes que usan los encinares para la producción de leña, carbón y las bellotas como alimento de puercos mostraron mayor aprecio por los encinos que aquellos que no cosechan sus encinos.

Entre las principales prácticas tradicionales de conservación, mencionaron, la poda de árboles maduros para ampliar el diámetro de las copas para incrementar la producción de madera y de bellotas, podas de liberación para liberar un rebrote terminal como futuro tronco y cortar los troncos (Plieninger *et al.*, 2004).

En conclusión el estudio encontró dos controles determinantes de la mentalidad de conservación de los manejadores y usuarios de las dehesas: por una parte la tradición y por otra los incentivos económicos. Los resultados apuntan la necesidad de planes con enfoque participativo para la conservación, para la construcción de un soporte público incluyendo el conocimiento social y ecológico (Plieninger *et al.*, 2004).

III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo es el manejo de encinos que la población de Ajuno realiza para la extracción de leña?

¿Qué características del manejo influyen la regeneración vegetativa de la especie preferida para leña en uno de los principales sitios de extracción en la comunidad de Ajuno?

IV. HIPÓTESIS

El manejo de encinos está determinado por sus cualidades como leña, el conocimiento de su capacidad de regeneración, la accesibilidad al recurso, el modo de obtención (autoabasto o compra) y el equipo de extracción con que cuentan los pobladores de Ajuno.

El diámetro basal del tocón, diámetro de corte, número de eventos de corte y edad del rebrote, tienen un efecto en el número y área basal de los rebrotes de los individuos de la especie.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General 1:

Caracterizar el manejo tradicional de los encinos para la obtención de leña en la comunidad de Ajuno.

Objetivos particulares:

5.1.1 Identificar los principales factores socioculturales y ambientales que determinan el manejo de encinos para leña, así como el conocimiento y las prácticas de manejo relacionadas con la regeneración de los encinos.

5.1.2 Determinar las especies de encino presentes en la comunidad de Ajuno.

5.1.3 Determinar las especies de encino presentes y la proporción de individuos manejados en un sitio representativo de extracción de leña.

5.1.4 Identificar en la especie preferida para leña, las características del manejo a partir del diámetro de la base del árbol, diámetro de corte, número de eventos de corte, número de rebrotes y diámetro del rebrote, así como determinar la edad de rebrotes en un sitio representativo de extracción de leña.

5.2 Objetivo General 2:

Evaluar la regeneración vegetativa de la especie de encino preferida para leña.

Objetivos particulares:

5.2.1 Evaluar el efecto del diámetro basal del individuo, el diámetro del corte, el número de eventos de corte y la edad del rebrote en el número de rebrotes y el área basal de los rebrotes y

5.2.2 Evaluar la influencia de la edad del corte, el número de rebrotes, el área basal del corte, el área basal de individuo y el número de eventos de corte en la probabilidad de tener un rebrote de diámetro aprovechable.

VI. ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Localización geográfica

Ajuno se ubica en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, su relieve es accidentado con conos de vulcanismo reciente, pertenece al municipio de Pátzcuaro dentro de la cuenca del mismo nombre, en la región Purépecha. Se sitúa a 120°03'63" longitud oeste 19°37'17" longitud norte a 2027 m.s.n.m., con una superficie aproximada de 9 km². Colinda al sureste con la estación de Ajuno, al oeste con San Juan Tumbio y Santa María Huiramangaro y al este con la exhacienda de Charaguén y con San Miguel Nocutzepo.

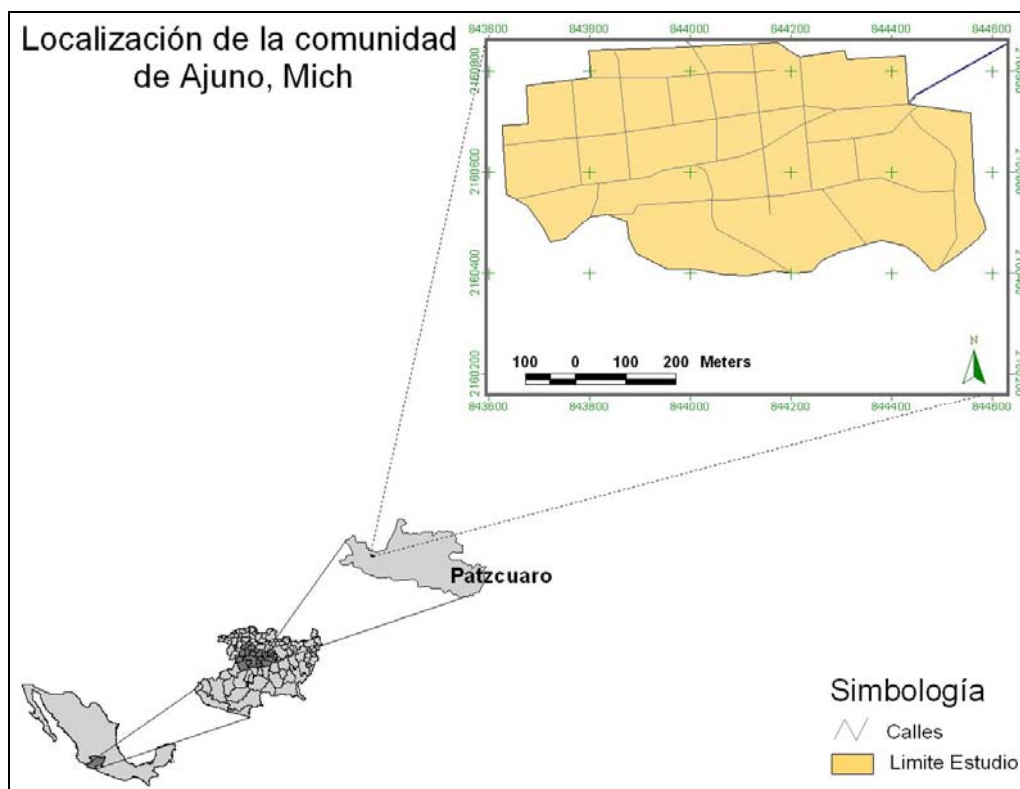


Figura 3. Localización de la comunidad de Ajuno, Pátzcuaro, Michoacán

6.2 Factores abióticos

El clima es templado subhúmedo (Cw2) con temperatura media anual entre 12-18°C. Su ciclo de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, la precipitación es entre 1000-1200 mm, con temperaturas máximas entre 24-27°C y mínimas entre 9-12°C. En los meses de noviembre-abril la precipitación oscila entre

100-125 mm, con temperaturas máximas entre 21-24 °C y mínimas entre 6-9°C. El suelo corresponde al tipo Andosol Ocríco de Textura gruesa (INEGI, 1980 a, b, c).

6.3 Factores bióticos

La vegetación está constituida por bosques de *Quercus* (encinos) y bosques de pino-encino, mezclándose con sitios abiertos con *Senecio praecox* (jara china), *Arbutus sp.* (madroño), *Alnus sp.* (tepamo), *Baccharis sp.* (escobilla), (Caballero *et al.*, 1992; Masera, 1994). Sin embargo, cerca de la mitad de su superficie se encuentra bajo agricultura.

6.4 Aspectos socioeconómicos

En 2000 el INEGI reporta 1711 personas (Cuadro 2) (CESE, 2002a). Se calcula un total de 360 viviendas y 480 familias (<http://tariacuri.crefal.edu.mx/sigapatz/herramientas/comunidades/ajuno.html>).

Cuadro 2. Población de la comunidad de Ajuno (fuente: CESE A. C. 2002a)

	Censo Clínica 94-95	Censo INEGI 95	Censo INEGI 2000	Censo Clínica 2002
Población total	1,819	1,600	1,711	2,025
Hombres	937	795	854	Sin información disponible
Mujeres	882	805	857	Sin información disponible

Las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería y las forestales. Aproximadamente el 3% de la población vive en Estados Unidos y en otras ciudades del país. El poblado cuenta con jardín de niños, escuela primaria, escuela secundaria, y servicios como: energía eléctrica para el 90% de la población, agua potable en el 100% de las viviendas, teléfonos públicos y privados, transporte público y recolección de basura (CESE, 2002a).

6.5 Propiedad privada, ejidal y comunidad indígena (tenencia de la tierra)

En la comunidad existen tres tipos de tenencia de la tierra: comunal, ejidal y pequeña propiedad. La propiedad comunal tiene una extensión de 559.72 hectáreas,

ubicadas en el pedregal o *malpaís*; la superficie total del ejido es de 613.89 hectáreas y para la pequeña propiedad 1231.90 hectáreas (CESE, 2002b).

6.6 Estructura organizacional

La comunidad tiene las siguientes estructuras organizativas internas:

- La *jefatura de tenencia*, que es el vínculo directo con la presidencia municipal, y se encarga de la planeación y gestión de servicios públicos, la vigilancia, y la resolución de conflictos. Cuenta con varios comités para desempeñar sus funciones.

- El *comisariado de bienes comunales*, encargado de la conservación y gestión de los recursos naturales de la comunidad indígena. Es el enlace formal con las oficinas de gobierno federal y estatal para la canalización de quejas, demandas y solicitudes.

- El *comisariado ejidal*, cumple funciones similares que el de bienes comunales, pero para beneficio de los ejidatarios.

Las parcelas se han dividido y escriturado entre las familias que integran los núcleos de población. Los agostaderos y las áreas forestales se aprovechan en colectivo, teniendo acceso a cualquier área común, sea ejidal o comunal, lo cual es muy importante en términos de aprovechamiento de recursos forestales.

La estructura organizativa del ejido y de bienes comunales tiene sus autoridades en los comisariados y en las asambleas de ejidatarios y comuneros. Cabe destacar que la máxima autoridad es la asamblea y que los comisariados solo se encargan de convocar, gestionar y administrar. La organización les permite adquirir en forma grupal aquellos insumos y equipos necesarios para los cultivos, a través de las líneas de crédito que ofrecen los programas de gobierno (CESE, 2002a).

VII. METODOLOGÍA

La metodología se dividió en dos partes, la caracterización del manejo de los encinos para uso de leña y la evaluación de la regeneración vegetativa de la especie preferida, esta última se realizó con base en los datos de la caracterización del manejo.

7.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENCINARES PARA USO DE LEÑA

La caracterización del manejo de los encinos para uso de leña se ha dividido en dos grandes ejes: 1) el social, estudiado en la población de Ajuno y 2) el ambiental, evaluado en los encinares del Cerro Grande, sitio representativo de extracción de leña.

7.1.1 Caracterización del manejo en la población de Ajuno

7.1.1.1 Cuestionarios

Se realizó un cuestionario piloto a 5 pobladores de Ajuno para tener referencia del conocimiento general del uso y manejo de leña, conocimiento sobre encinos, conocimiento de la regeneración vegetativa de árboles usados para leña, plagas y enfermedades de árboles usados para leña y características de las parcelas de los informantes (ver Anexo 1). Las respuestas fueron grabadas en casete.

Con base en las respuestas obtenidas en el cuestionario piloto, se definieron las preguntas abiertas y cerradas utilizadas en los cuestionarios general y específico.

La unidad de muestreo fue la unidad familiar, los cuestionarios se realizaron en la comunidad de Ajuno, la cual cuenta con 480 unidades familiares (<http://tariacuri.crefal.edu.mx/sigapatz/herramientas/comunidades/ajuno.html>). Las familias se seleccionaron al azar y el muestreo se realizó con aquellas que aceptaron ser entrevistadas. Los cuestionarios se realizaron en los cuatro barrios del pueblo, con el mismo número de viviendas en la parte norte que en la parte sur. Esto sirvió para evaluar si la ubicación de la vivienda se relaciona con la orientación del sitio de colecta de leña.

Se aplicaron dos cuestionarios uno general, con n=20 y uno específico con n=28, ambos con un nivel de confianza de 0.99 y una varianza de 0.004 y 0.003 respectivamente (Hernández et al. 2000).

El cuestionario general, con 5 preguntas abiertas y 3 cerradas, examinó el conocimiento general y uso de las especies de encino presentes en la comunidad (ver Anexo 2). En esa entrevista también se realizó la validación del mapa de parajes de la comunidad de Ajuno de un estudio previo realizado por el CESE (2002b). Para esto se mostró a los entrevistados el mapa de este reporte y se registró el porcentaje de parajes (ubicación y nombre) que reconocían (ver Figura 4).

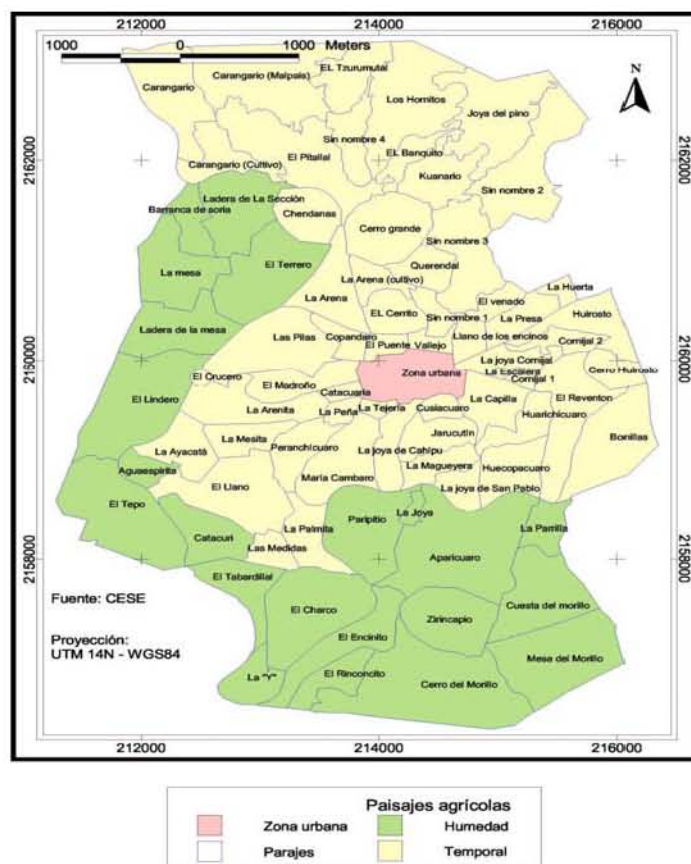


Figura 4. Mapa de parajes reportados por el CESE 2002b.

El cuestionario general (ver Anexo 2), se analizó determinando el porcentaje de las respuestas (preguntas 1, 3, 5, 7), frecuencia del % de índice de mención (preguntas 2) y con la descripción de la respuesta (pregunta 4, 6, 8).

El cuestionario específico, sondeó el conocimiento y manejo de la regeneración vegetativa, las características de la leña utilizada e indagó cuáles de los siguientes factores determinan el manejo de los encinos para leña: la especie, la

distancia a la vivienda, la distancia al lugar de trabajo, la presencia de caminos y vehículos, la forma de obtención (compra-autoabasto), las herramientas de corte utilizadas (ver Anexo 3). El cuestionario contó con 17 preguntas abiertas y 8 cerradas.

Registré las respuestas de los informantes de forma escrita, llenando personalmente los cuestionarios (Anexo 2 y 3).

EL cuestionario específico (ver Anexo 3) se analizó determinando el porcentaje de las respuestas (preguntas 1, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 17, 19, 21, 24, 25), frecuencia de menciones (preguntas 2, 4, 5, 7, 8, 10, 14, 15, 23), con la descripción de la respuesta (pregunta 2, 10, 16, 18), índice agregado (pregunta 22) y ANOVA (pregunta 20).

(% de índice de mención, número de menciones, número de informantes) o el porcentaje para cada respuesta (.).

Sitios de extracción

Se estimó un índice agregado a partir del índice de mención y del índice de preferencia para determinar la ubicación de los sitios de mayor extracción, retomando el trabajo de Phillips y Gentry (1993), donde describen una técnica cuantitativa para la evaluación de la utilidad relativa de las plantas a la gente.

El *índice de mención* IM_S , de cada sitio S o variable en cuestión, se define como:

$$IM_S = Fm_S / Ne$$

Donde, Fm_S es la frecuencia de mención del sitio (número de menciones del sitio o de la variable en cuestión) y Ne es el número de entrevistas realizadas. El índice de mención es un indicador de la importancia del sitio mencionado para extracción leña respecto a la población entrevistada.

El % *índice de mención* % IM , se utiliza para expresar las frecuencias de algunas respuestas, y se define como:

$$\%IM = IM_S \cdot 100$$

Se pidió a los informantes que jerarquizaran los sitios de donde extraen leña, de modo que mencionaran primero aquellos sitios a los que asisten con más frecuencia, segundo, los que fueran de frecuencia media y tercero con menor frecuencia. Una vez obtenidos los datos, se asignó un puntaje a cada respuesta, ver Cuadro 3:

Cuadro 3. Puntaje asignado según la frecuencia de visitas

Rango por frecuencia de visitas	Puntaje asignado
1°	3
2°	2
3°	1

Para calcular el *índice de preferencia IP*, para cada sitio *S*, y para cada puntaje por rango según la frecuencia de visita al sitio de extracción *i*, tenemos:

$$IP_{si} = \Sigma S_i / 3$$

Donde ΣS_i es la sumatoria de los puntos obtenidos, según el número de menciones para cada rango. La división se hace entre tres, porque son tres los rangos evaluados de acuerdo con la frecuencia de visitas. Finalmente este índice es un promedio del puntaje obtenido para cada sitio.

El *índice agregado IA*, para cada sitio *S*, se define como:

$$IA_s = IM_s \cdot IP_{si}$$

El índice agregado refleja dos factores importantes respecto a la importancia de cada sitio para la extracción de leña, por una parte la frecuencia con que los entrevistados dijeron visitarlo para obtener el recurso y por otra, la preferencia que tienen por cada sitio lo que se traduciría en un mayor número de visitas en aquellos que obtuvieron mayor valor en el índice de preferencia.

Los sitios visitados por los entrevistados se ubicaron en un mapa de la Comunidad realizado con el programa Arc view 3.2 con base en los valores obtenidos en el *IA*.

Debido a que el acceso a la biomasa del bosque es uno de los factores que determina el consumo y la obtención de leña (Muni, 1999), se calculó la accesibilidad a los sitios de extracción de leña declarados por los entrevistados, para esto se validó el mapa de parajes de la comunidad de Ajuno utilizando un estudio previo realizado por el CESE (2002b). Posteriormente se evaluó la distancia a cada paraje reportado por los entrevistados de dos formas: 1) lineal (metros) y 2) considerando las pendientes y los tiempos estimados de recorrido según lo descrito por Puentes (2002). Para esto se utilizó el programa Arc view 3.2.

Para corroborar su importancia, se analizaron las tres principales razones de visita a los sitios de extracción de leña declarados por los entrevistados.

1. Para la cercanía a la vivienda, se evaluó el grado de asociación entre la orientación del sitio de extracción de leña y la orientación de la vivienda en el pueblo, para esto se registró la orientación (norte o sur) de la vivienda de los informantes y la orientación (norte, sur o ambos) de los sitios que declararon visitar para la extracción de leña. A partir de esta información se calculó el coeficiente de Cramér (Siegel y Castellan, 1988).
2. En cuanto a la cercanía al camino, se utilizó el mismo programa para calcular la distancia lineal desde los caminos y veredas cercanas hasta los parajes reportados por los entrevistados como sitio de extracción de leña, para ello se consideró que no hay influencia importante de la pendiente.
3. Respecto a la cercanía de las parcelas de trabajo, se estimó la superficie total de la comunidad, a partir del mapa reportado por el CESE (2002b), de los parajes ubicados al norte y al sur partiendo de la zona urbana y finalmente de los parajes con superficie agrícola. También se enlistó la presencia de parcelas de cultivo en los parajes reportados como sitios de extracción de leña, a partir de la información del estudio realizado por el CESE (2002b).

Existencias de leña en viviendas

Durante la aplicación de la entrevista se pidió permiso a los informantes para ver leña que tenían en la vivienda, de ésta se registró el porcentaje por tipo de leña y por clase diamétrica (ver Anexo 3).

Para cada tipo de leña se calculó la normalidad de los datos. Y se realizó un ANOVA para evaluar si había diferencias significativas entre los porcentajes encontrados en las viviendas de encino blanco y de encino prieto.

Posteriormente, se agruparon los porcentajes de encino encontrados en las viviendas y se compararon con los otros tipos de leña por medio de un ANOVA. Para esto se evaluó la normalidad de las variables y cuando fue necesario se hizo la transformación de los datos de la siguiente manera, dado que se trataba de porcentajes (Zar, 1999):

$$X' = \text{Ar cos eno} \sqrt{\frac{X}{100}}, \text{ donde X es la variable a transformar}$$

Los datos correspondientes a los rangos diamétricos de la leña que los informantes tenían en la vivienda al momento de la entrevista se analizaron mediante un ANOVA, realizando previamente la transformación mencionada anteriormente. Para definir la diferencia entre las categorías diamétricas analizadas se utilizó una prueba de Tukey.

Manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes

En la sección correspondiente al manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes, para una $n=25$, se realizó un análisis de correlación para evaluar la concordancia entre el diámetro que los informantes esperan obtener de los rebrotes y el tiempo en que estiman realizar el aprovechamiento de dichos rebrotes para leña. Dado que los datos no tuvieron un comportamiento normal, se optó por un análisis no paramétrico. Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) (Siegel y Castellan, 1988).

7.1.2 Caracterización del manejo de los encinares

7.1.2.1 Determinación de especies presentes en la comunidad

Se realizaron visitas a campo y colecta de ejemplares. Para la identificación de las especies de encino presentes en la comunidad de Ajuno se utilizaron las claves de McVaugh y Bello y Labat modificadas por Zavala (2003), en el Herbario Bajío del Instituto de Ecología A. C.

7.1.2.2 Determinación de las proporciones y estado de manejo de las especies presentes en un sitio representativo de alta extracción de leña

Se recorrieron diferentes encinares y se decidió muestrear en el cerro Grande, ya que éste fue el sitio con mayor frecuencia de visitas para leñar según lo declarado durante las entrevistas (pregunta 22, Anexo 3).

Se utilizó el método del individuo más cercano, que consiste en elegir al azar un individuo, a partir del cual se busca el individuo más cercano (Cottam, Curtis y Hale, 1953) para determinar la proporción de individuos de *Q. castanea* y *Q. obtusata* presentes, así como su estado de manejo. Se muestrearon 250 individuos con circunferencia basal ≥ 10 cm, registrando para cada individuo:

- Especie

- Diámetro basal
- Número de cortes

Se determinaron las proporciones de las especies presentes, el porcentaje de individuos con cortes y se evaluó la diferencia de estos mediante una Prueba exacta de Fisher.

7.1.2.3 Caracterización del manejo de la especie preferida y evaluación de la regeneración vegetativa

Se eligió *Quercus castanea* como la especie preferida de acuerdo a lo declarado en las entrevistas y por tener la mayor proporción de individuos manejados en el sitio muestreado.

Para los individuos de *Q. castanea* se registró el diámetro basal y el número de eventos de corte. Para cada evento de corte se midió: el diámetro del corte, el número de rebrotes y el diámetro de los rebrotes. Con los diámetros basales medidos se calcularon las respectivas áreas, para posteriormente realizar los análisis estadísticos.

El diámetro basal se refiere al diámetro a la base del árbol que ha sido cortado; en el caso de no poder medirlo, se estimó a partir de la sumatoria de áreas basales de los rebrotes surgidos de ese evento de corte. Bajo el supuesto de que el tocón ha sido degradado, que los rebrotes surgidos de él son basales, por lo que estarían alrededor del tocón dan un estimado del área basal que tenía el tocón.

Se consideró un evento de corte cuando era evidente que la cicatriz del corte en el tronco, la rama o el rebrote era de origen antropogénico. El diámetro del corte se midió a partir de la cicatriz. El número de rebrotes se refiere a la cantidad de retoños surgidos a partir de cada evento de corte. El diámetro de los rebrotes es el diámetro a la base de cada retoño.

Para identificar características del manejo de la especie, se realizaron dos evaluaciones. Por una parte, se determinó la distribución de los eventos de corte con una Distribución de Poisson para saber si la selección de individuos a cortar se realiza al azar; por otra parte, se estimó la influencia del área basal de los individuos en el número de eventos de corte mediante una correlación.

7.1.2.4 Estimación de la edad de rebrotes (ER)

Para tener referencia del tiempo que tarda un rebrote en alcanzar una talla aprovechable, se cortaron 24 rodajas de rebrotes de diferentes diámetros. Se realizó el pulido de las muestras y se determinó la edad contando los anillos de crecimiento. Bajo el supuesto de producción de anillos anuales y de que los rebrotes surgidos del mismo evento de corte tienen la misma edad. Para obtener más información sobre la variación de diámetros de tallos coetáneos, únicamente se muestrearon eventos de corte que hubieran producido al menos 3 rebrotes. Para cada caso se cortó una rodaja de la parte basal del rebrote de mayor diámetro, con el fin de observar mejor los anillos de crecimiento.

Se analizó mediante una regresión lineal la relación entre el diámetro del rebrote cortado y la edad. Lo mismo se hizo entre los diámetros de los rebrotes coetáneos (n=120) y sus edades correspondientes.

Finalmente, se compararon los datos de diámetros y edades estimadas mediante la ecuación obtenida de la regresión con los datos declarados en la entrevista. En este caso se preguntó a los informantes cuánto tiempo tardarían en poder usar los rebrotes para leña después de hacer cortes de liberación, así como los diámetros que alcanzarían dichos rebrotes.

7.2 ANALISIS DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA

En esta sección del trabajo se retomó información registrada durante la caracterización del manejo de *Q. castanea* con la idea de reconocer cuáles de estas variables relacionadas con el manejo tienen influencia en la regeneración vegetativa de la especie. La muestra utilizada en la evaluación correspondió a los individuos de cuya edad fue determinada mediante conteo de anillos (n=24).

Las variables consideradas para el análisis fueron:

- Área basal del corte
- Área basal total de rebrotes
- Área basal del individuo
- Edad de los rebrotes
- No. de eventos de corte

En particular los análisis se concentraron en evaluar el efecto de estas variables sobre el número, el área basal, el diámetro de rebrotes y la probabilidad de encontrar rebrotes de un diámetro aprovechable que fuera de interés para los usuarios de leña.

Número y área basal de rebrotes

Para poder realizar las regresiones, se hizo la transformación a logaritmo de los datos de área basal total de los rebrotes y área basal del corte, dado que no presentaban una distribución normal.

Mediante un análisis de regresión por pasos se evaluó el efecto del área basal del individuo, el área basal del corte, el número de eventos de corte y la edad del rebrote, en el número y área basal total de los rebrotes, respectivamente. Esta última, se calculó con la sumatoria del área de los rebrotes de cada evento de corte.

Diámetro de los rebrotes de mayor talla

Se evaluó mediante una regresión por pasos el efecto de la edad del rebrote, el número de rebrotes, el área basal del corte, el área basal de individuo y el número de eventos de corte en el diámetro de los rebrotes cortados.

Probabilidad de encontrar diámetros >15 cm

Finalmente, tomando en cuenta que una de las tallas mínimas de aprovechamiento referidas por los usuarios de leña es 15cm, se utilizó una regresión logística. La regresión logística tiene como objetivo principal modelar cómo influye en la probabilidad de aparición de un suceso, habitualmente dicotómico, la presencia o ausencia de diversos factores y el valor o nivel de los mismos. En este caso la regresión logística evaluó cómo influyen algunas de las variables de manejo como edad de corte, número de rebrotes, el área basal del corte, el área basal de individuo y el número de cortes en la probabilidad de tener un rebrote de más de 15 cm, para lo cual se hizo una base de datos con los valores de las variables de manejo y de los rebrotes con diámetro mayor a 15 cm (suceso dicotómico), teniendo valor de cero cuando fuera menor a 15 cm y de uno cuando el diámetro mayor.

VIII. RESULTADOS

8.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENCINARES PARA USO DE LEÑA

8.1.1 Caracterización del manejo en la población de Ajuno

8.1.1.1 Características de la población informante

El 86% de los entrevistados (n=28) fueron hombres aunque en ocasiones los miembros femeninos de las familias participaron en las respuestas. El rango de edades osciló entre los 17 y los 82 años. Respecto a sus ocupaciones más de la mitad de la población trabajan en el campo (agricultura) (ver Figura 5).

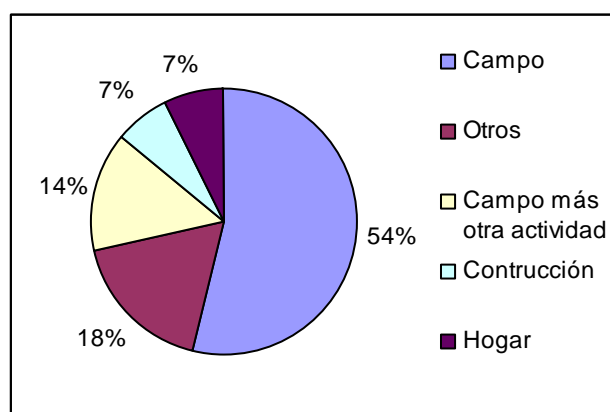


Figura 5. Ocupación de los informantes

8.1.1.2 Conocimiento general y uso de las especies

El 100% de los informantes declararon utilizar leña. Los árboles mencionados por los informantes (n=20) utilizados para leña son: encino (*Quercus sp.*), jara china (*Senecio praecox*), madroño (*Arbutus sp.*), tepamo (*Alnus sp.*), pino (*Pinus sp.*) capulín (*Prunus sp.*), cedro (*Cupressaceae*), manzanillo (*Rosaceae*), huachicuanicua (*Clusia salvinii*) (ver Figura 6) (pregunta 2, Anexo 1; pregunta 2, Anexo 2).

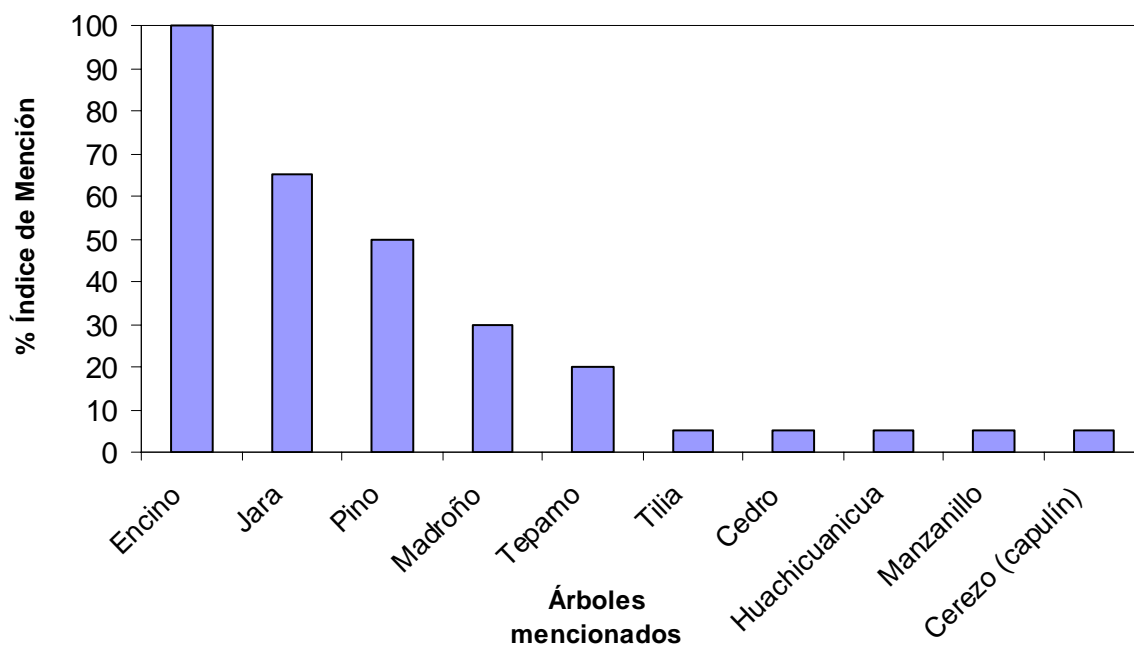


Figura 6. Porcentaje del índice de mención de las especies utilizadas como leña

En el 100% de las entrevistas se declaró la preferencia por la leña de encino. Entre los argumentos por esta preferencia se tiene que deja brasa, da más calor y la mayor duración en la combustión (pregunta 16, Anexo 1; pregunta 8, Anexo 2). El 75% de los informantes (n=20) dijo conocer 2 tipos de encino (prieto y blanco), el 15% dijo conocer 3 tipos de encino (prieto, blanco y laurelillo) y 10% menciona 4 tipos de encino (2 blanco y 2 prietos) (pregunta 3, Anexo 2). Dentro del grupo de los encinos existe preferencia por los denominados encinos blancos sobre los prietos (Figura 7), esto según las características enlistadas en el Cuadro 4 (preguntas 17 y 18, Anexo 3).

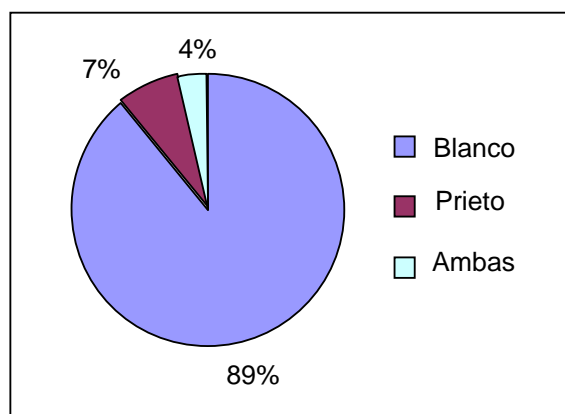


Figura 7. Encinos preferidos para leña
Cuadro 4. Características de los encinos utilizados para leña

Encino blanco	Encino prieto
Tronco más recto	Tronco retorcido
Mayor facilidad de cortar o “rajar”	Más duro lo que complica el corte
Más seco, arde más rápido	Mayor humedad en la madera tarda en arder
Echa menos humo	Echa más humo

En la comunidad, el principal uso del encino es para leña, el 100% de los informantes así lo declararon (preguntas 5 y 6, Anexo 2). Los encinos también se utilizan en la construcción como pilares, horcones, fajillas y morillos para hacer tejados, como postes para cercar, como tutores para chayote, ocasionalmente como forraje en sequía y como elemento medicinal (la infusión de la corteza se usa como enjuague bucal para el fortalecimiento de la dentadura). En su momento los encinos se usaban para ponerle los mangos a herramientas para labores de campo, como el hacha, azadón, entre otros. Según un informante en Pichátaro, comunidad vecina, se utilizan para hacer duela o pisos. Éste mismo informante aseveró: “para artesanías el encino no sirve porque se revienta mucho, para muebles no es muy recomendable mas bien no se puede trabajar, se llega hacer algún mueble pero sale muy costoso porque la madera no se puede trabajar” (pregunta 15, Anexo 1).

Determinación de especies y taxonomía de encinos

Los ejemplares colectados correspondieron a los dos grupos descritos en las encuestas. Retomando la nomenclatura local las especies se clasifican de la siguiente forma (ver Cuadro 5):

Cuadro 5. Especies identificadas de encinos blancos y prietos

Encino blanco	Encino prieto
<i>Q. crassipes</i> Humb. & Bonpl.	<i>Q. rugosa</i> Née
<i>Q. castanea</i> Née	<i>Q. obtusata</i> Humb. & Bonpl.

La comunidad de Ajuno clasifica los encinos de acuerdo a los rasgos foliares y de la corteza (llamada cáscara o tecata) (pregunta 4, Anexo 2). De esta forma, la agrupación de las especies concuerda con los grupos definidos taxonómicamente;

obviamente, existe cierta diferencia entre los nombres científicos asignados por la taxonomía aceptada y la clasificación local.

8.1.1.3 Factores determinan el manejo de los encinos para leña

Como ya quedó explicado arriba hay preferencia por un tipo de encino, más adelante se hará la descripción de las existencias en las viviendas y de las características de los encinos en campo lo cual permitirá discernir si el tipo de encino es un factor que está determinando el manejo de los encinares de Ajuno.

Sitios de extracción

En la verificación del conocimiento que los entrevistados tienen de los nombres y la ubicación de los parajes (n=20), se encontró que el 65% de ellos reconocieron más de la mitad de los parajes. De estos informantes, 10 se mostraron de acuerdo con el 100% de los nombres y ubicaciones plasmados en el mapa reportado por el CESE (2002b) (ver Figura 4 y Figura 8) (pregunta 7, Anexo 2).

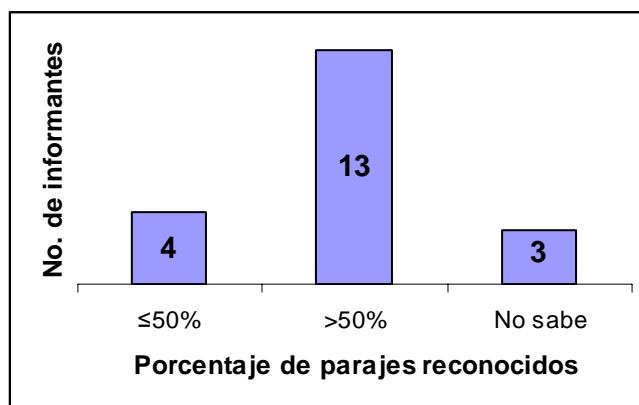


Figura 8. Número de informantes por porcentaje de parajes reconocidos

La preferencia de ciertos sitios para la extracción de leña y la frecuencia de visitas a estos últimos, conjuntadas en el índice agregado, es evidente en la Figura 10, donde se ubican con diferentes colores los sitios de alta, mediana, baja y muy baja extracción (pregunta 22, Anexo 3).

Las principales razones por las cuales los informantes van a estos sitios se muestran en la Figura 9 (pregunta 23, Anexo 3). La sumatoria de las respuestas no da el 100% dado que cada informante podía dar más de una respuesta.

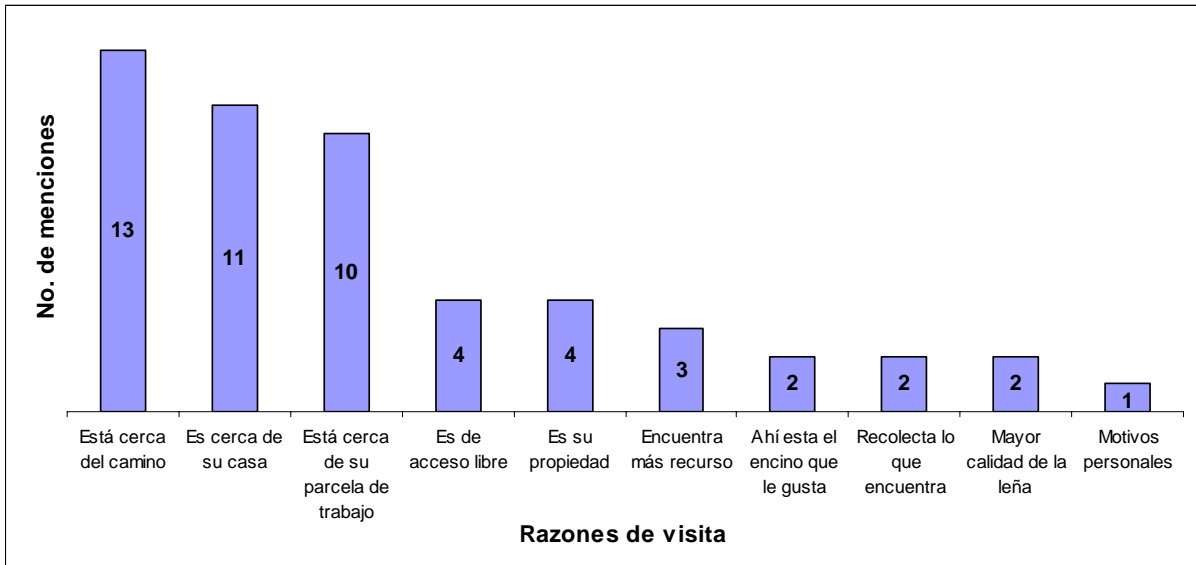


Figura 9. Frecuencia de mención de las razones de visita a los sitios de extracción

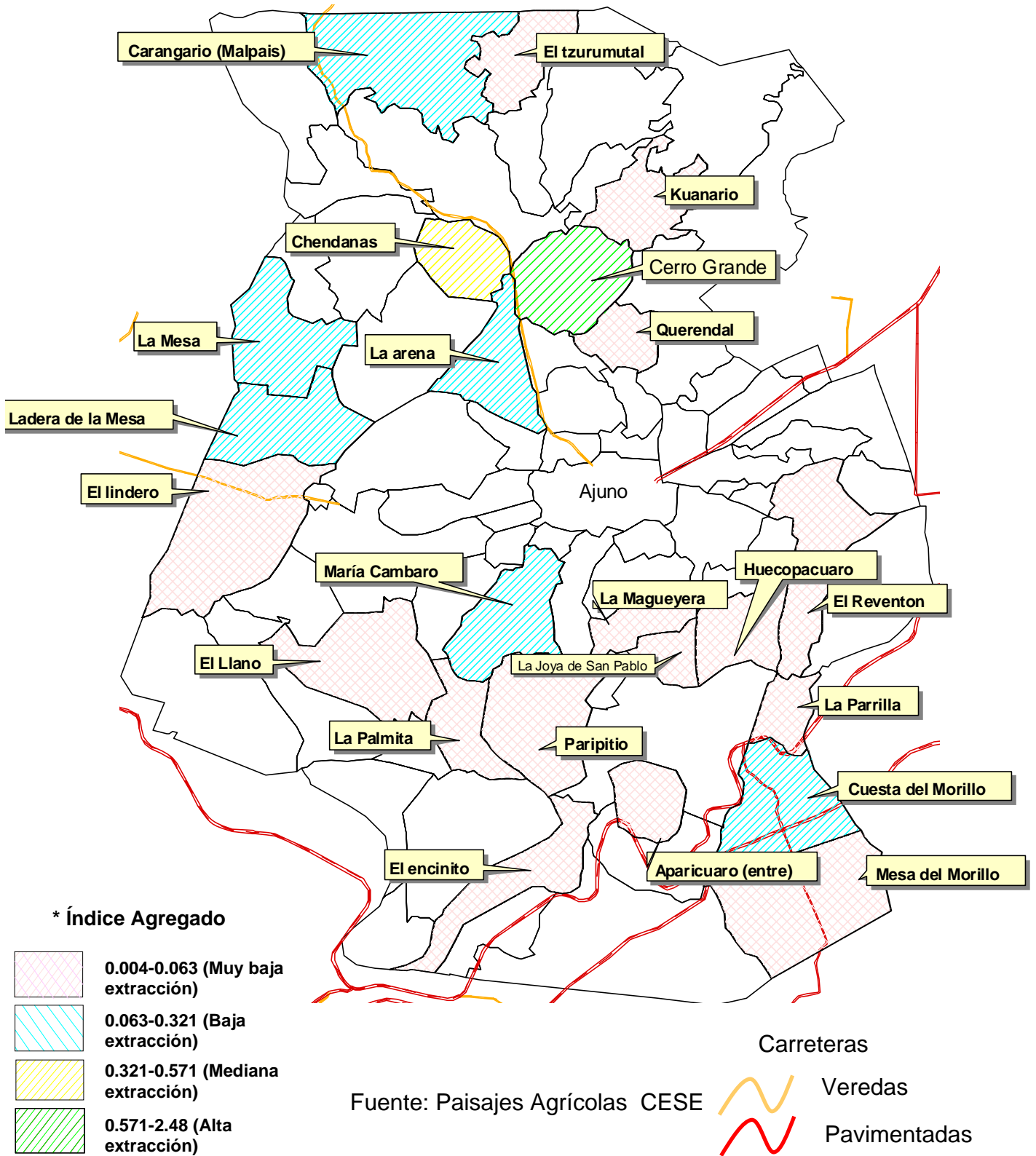


Figura 10. Mapa de los sitios visitados para la extracción de leña

En cuanto a la accesibilidad a los sitios de extracción de leña declarados por los entrevistados, se obtuvo que el tiempo de recorrido promedio es de 22 minutos y la distancia promedio a la comunidad de 1823 m. El Cuadro 6 concentra información de los sitios de extracción y enlista a detalle los valores de la distancia lineal y por tiempo de recorrido a partir de la zona urbana de Ajuno, la distancia lineal partiendo de los caminos y veredas cercanas a los parajes reportados como sitio de extracción de leña y la presencia de parcelas de cultivo en dichos parajes.

Al corroborar la importancia de las razones de visita a los sitios de extracción expuestas por los entrevistados, se encontró que:

1. En la evaluación de la cercanía a la vivienda, el coeficiente de Cramér fue significativo, lo que implica que la orientación o ubicación del sitio de colecta y la vivienda del informante son variables asociadas. Es decir, las personas que viven al norte del pueblo de Ajuno hacen su colecta de leña en la zona norte del ejido, y los que viven al sur también tienden a suministrar su leña de los parajes que quedan al sur de la comunidad. Esto concuerda con la respuesta de mayor frecuencia en la que declaran ir por leña a los lugares cercanos a sus casas.
2. En cuanto a la cercanía a caminos, el 77% de los parajes reportados con extracción de leña están junto a ellos. La distancia lineal de los parajes a los caminos estuvo entre 100-500 metros con un tiempo de desplazamiento entre 2-8 minutos.
3. Respecto a la cercanía de las parcelas de trabajo, las superficies estimadas a partir del mapa del CESE (2002b), se muestran en el Cuadro 7. El porcentaje estimado de superficie agrícola de la zona norte es 18% y de la zona sur es 33% del total de la comunidad. Si se considera el porcentaje del área agrícola por cada zona, se tiene que de las 1207 has. que conforman la zona norte, el 39% corresponde a tierras de cultivo. De las 1407 ha que pertenecen a la zona sur, 61% son parcelas.

Cuadro 6. Presencia de parcelas, índice agregado, distancias lineales y por tiempo de recorrido de los parajes reportados para extracción de leña a partir del pueblo y de los caminos

Nombre paraje	Tipo de parcela	IA	Distancia por tiempo de recorrido		Distancia Lineal		
			RADET (min)	PT (min)	RADLZU (mts)	PDL (mts)	RADLAC (mts)
Cerro Grande	Temporal	2.48	13-28	21	1200-1900	1550	100-300 cv
Chendanas	Temporal	0.571	20-28	24	1500-2200	1850	100-500 cv
Carangario (Malpais)	Temporal	0.321	>43	>43	>2600	>2600	100-500 cv
La Mesa	Humedad	0.254	25-37	31	1800-2700	2250	
Cuesta del Morillo	Humedad	0.194	25-28	27	1900-2800	2350	100-300 cp
María Cambaro	Temporal	0.143	5-17	11	500-1500	1000	
La arena	Temporal	0.143	5-20	13	600-1700	1150	100-500 cv
Ladera de la Mesa	Humedad	0.143	5-20	24	1500-2600	2050	200-500 cv
Mesa del Morillo	Humedad	0.063	>43	>43	>2600	>2600	100-500 cpc
La Magueyera	Temporal	0.036	8-12	10	800-1200	1000	
El Reventon	Temporal	0.036	12-20	16	1000-1900	1450	300-500 cpl
Querendal	Temporal	0.036	10-15	13	900-1400	1150	100-300 cv
Paripitio	Humedad	0.036	15-25	20	1200-2200	1700	400-500 cpl
El Llano	Temporal	0.036	17-30	23	1300-2500	1900	
La Palmita	Temporal	0.036	20-23	22	1400-2100	1750	
La Parrilla	Humedad	0.036	20-25	23	1600-2200	1900	100-500 cpl
El lindero	Humedad	0.036	22-30	26	1700-3100	2400	100-500 cv
Aparicuario	Humedad	0.036	23-28	26	1900-2500	2200	100-500 cpl
El encinito	Humedad	0.036	28-45	37	2100-3100	2600	100-500 cpl
Huecopacuaro	Temporal	0.016	10-17	13	900-1600	1250	500 o más cp
Kuanario	Temporal	0.016	23-28	26	1700-2600	2150	100-500 cv
La Joya de San Pablo	Temporal	0.004	12-17	14	1000-1500	1250	500 cpl

IA-índice agregado, **RADET**-rango aproximado de distancia estimada por tiempo (minutos), **PT**- promedio por tiempo (minutos), **RADL**- rango aproximado de distancia lineal a la zona urbana (metros), **PDL**-promedio por distancia lineal (metros), **RADLAC**-rango aproximado de distancia lineal a camino (metros), **cv**-camino vereda, **cp**-carretera pavimentada, **pvl**-carretera pavimentada libre, **cpc**-carretera pavimentada cuota.

Cuadro 7. Superficies estimadas de las áreas agrícolas de los parajes en las zonas norte y sur

Sitio	Superficie total (ha)	Superficie agrícola (ha)
Ajuno	2614	1336
Zona norte	1207	472
Zona sur	1407	864

Transporte

El transporte utilizado en la extracción de leña es comúnmente rústico (ver Figura 11; pregunta 24, Anexo 3), más del 70% se hace con bestias (caballo y burro). Sin embargo, es importante la capacidad de extracción que tiene poco más del 20% de los informantes, ya que al contar con vehículos automotores, en una sola salida son capaces de sacar mayor cantidad de leña.

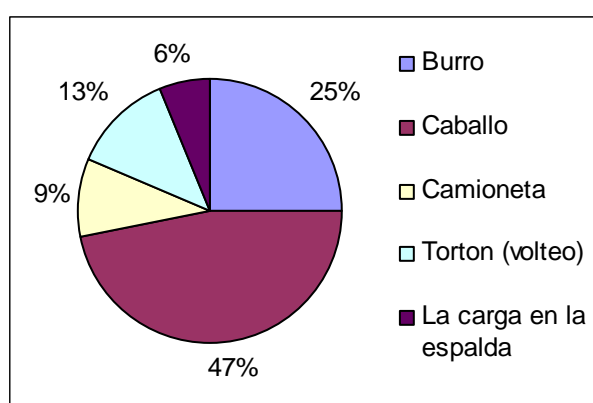


Figura 11. Porcentaje por tipo de transporte usado para leña

Suministro

La forma de obtención de leña es principalmente autoabasto, el 75% de los informantes suministran por sí mismos el combustible. El resto lo compra ocasionalmente cuando no hay quien vaya por ella o por no tener tiempo, debido a las actividades que realizan, como es el caso de la familia que reportó comprar el 100% de su leña pues se dedica a atender una tienda (ver Figura 12; pregunta 19 Anexo 3).

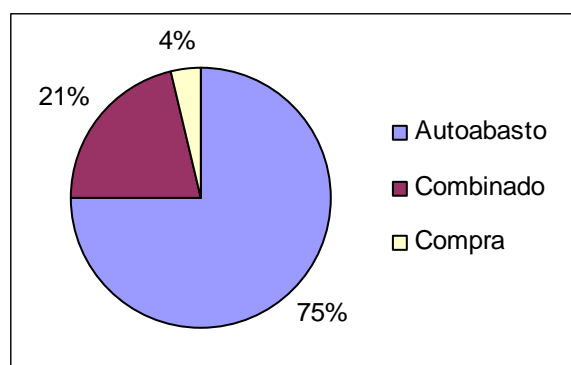


Figura 12. Porcentaje de informantes por tipo de suministro

Si bien toda la familia puede participar en el suministro de la leña, generalmente es el señor de la casa quien acerca la leña más gruesa ya sea que salga a cortar o simplemente que la colecte cuando regresa de las labores en el campo. Las señoras de la casa en compañía de sus hijos regularmente solo colectan leña de menor grosor y peso (pregunta 11, Anexo 1 y observaciones personales).

Existencias en vivienda: tipo de leña y sus diámetros

Es importante mencionar que al momento de hacer este registro, en el 36% de las viviendas visitadas no se encontró leña pues por ser época de cosecha los entrevistados decían no haber tenido tiempo de suministrarla y por lo tanto, no tener nada que mostrar (pregunta 20, Anexo 3). Por lo tanto el tamaño de la muestra fue $n=17$.

Aunque la comunidad declaró preferir el uso de los encinos blancos, en la práctica se consumen los diferentes tipos de encino junto con otras especies en igual proporción. Esto es evidente considerando el porcentaje promedio de cada tipo de leña encontrado en las viviendas (ver Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje promedio por tipo de leña encontrada en las viviendas

	Encino blanco	Encino prieto	Otras especies
% de viviendas	33.2	29.2	39.2

El ANOVA realizado para evaluar si existía diferencia significativa en el consumo de de cada tipo de encino, arrojó un valor no significativo ($p=0.58$), lo que implica que los encinos blancos y prietos se consumen de forma semejante (ver

Figura 13), lo que puede sugerir que hay otras razones que les hacen decidir el uso por igual de ambos encinos, y no así las basadas en sus cualidades como leña.

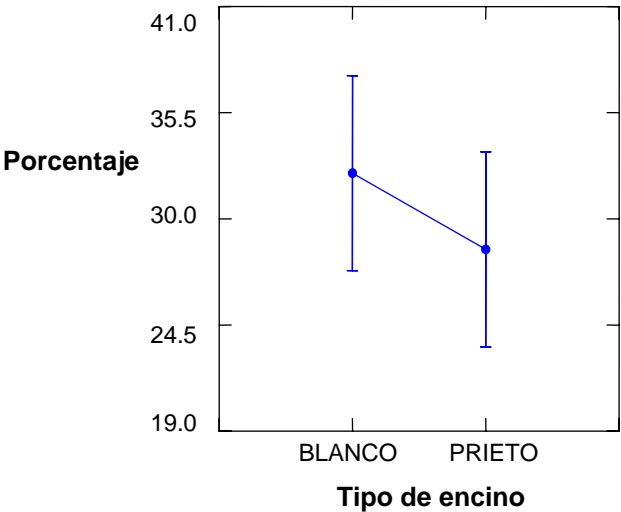


Figura 13. Promedio y desviación estándar de los datos utilizados en el ANOVA que comparó el consumo de leña de encino

Sin embargo, la importancia del encino como combustible en la comunidad es evidente cuando se compara el porcentaje promedio de los encinos con respecto al resto de las especies (ver Cuadro 9).

Después de evaluar la normalidad de las variables y hacer las transformaciones necesarias para cumplir con este supuesto, se evaluó mediante un ANOVA si existía diferencia significativa en el porcentaje promedio encontrado de leña de encino y del resto de la especies. Este análisis reportó un valor significativo ($p= 0.029$), lo que implica que hay diferencia en el tipo de leña consumida. Finalmente, los encinos como grupo son importantes ya que representan más del 60% de la leña consumida en los hogares (ver Cuadro 9 y Figura 14).

Cuadro 9. Porcentaje promedio de leña de encinos y otras especies encontrados en las viviendas

	Encinos	Otras
% de viviendas	62.4	39.2

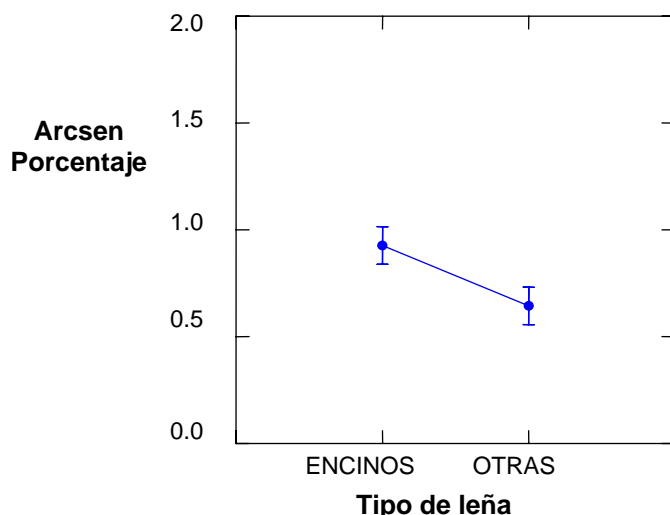


Figura 14. Promedio y desviación estándar de los datos transformados utilizados en el ANOVA del tipo de leña encontrada: encinos vs. otras especies

Otro registro fue el de los diámetros de la leña utilizada en las viviendas visitadas, así como el porcentaje para cada categoría diamétrica. Dado que hubo muchos casos en los que las categorías diamétricas planteadas no tenían datos (pregunta 21, Anexo 3), se hizo una nueva categorización. Los porcentajes promedio obtenidos para las categorías diamétricas se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Porcentaje promedio por clase diamétrica de leña encontrada en las viviendas

	0 a 10 cm	>10 a 20cm	>20 cm
% de viviendas	29.4	14.1	4.3

El ANOVA realizado para evaluar si existía diferencia significativa en el diámetro de leña utilizado, proyectó un valor significativo ($p < 0.001$), lo que implica que hay diferencia en los diámetros de leña que se utiliza en las viviendas (ver Figura 15). Los diámetros más usados son menores a los 10 cm.

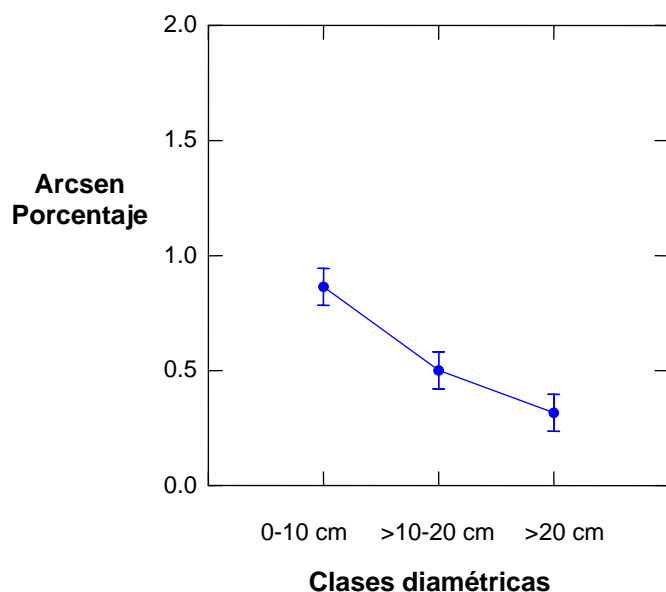


Figura 15. Promedio y desviación estándar de los datos transformados utilizados en el ANOVA que comparó las categorías diamétricas de la leña encontrada en las viviendas

Para evaluar las diferencias entre las tres categorías se hizo una prueba de Tukey, encontrando que la categoría de 0-10 cm de diámetro es significativamente disímil respecto a las demás y que no hay diferencias significativas entre las otras dos categorías diamétricas (ver Cuadro 11). Considerando lo observado en la gráfica anterior (Figura 15) podemos ver que en las viviendas hay un mayor porcentaje de leña de diámetros entre 0-10 cm.

Cuadro 11. Resultados de la prueba de Tukey para las categorías diamétricas de la leña encontrada en las viviendas

	0-10 cm	>10-20 cm	>20 cm
0-10 cm	1.000		
>10-20 cm	0.007	1.000	
>20 cm	0.000	0.246	1.000

Rangos diamétricos cortados y herramientas utilizadas

Los rangos diamétricos que los entrevistados declararon cortar se muestran en la Figura 16 (ver pregunta 15, Anexo 3). Cabe señalar que el diámetro mínimo de corte entre 70-80 cm, resulta inverosímil pues al menos en la zona de mayor extracción de leña la presencia de encinos con este diámetro es muy rara y en zonas muy inaccesibles. Esto se puede corroborar en la Figura 17 donde se

registraron los rangos diamétricos de los cortes registrados de los individuos de *Q. castanea*. En ambas figuras se observa la diferencia entre los diámetros observados en las casas, lo declarado por los informantes y lo registrado en campo.

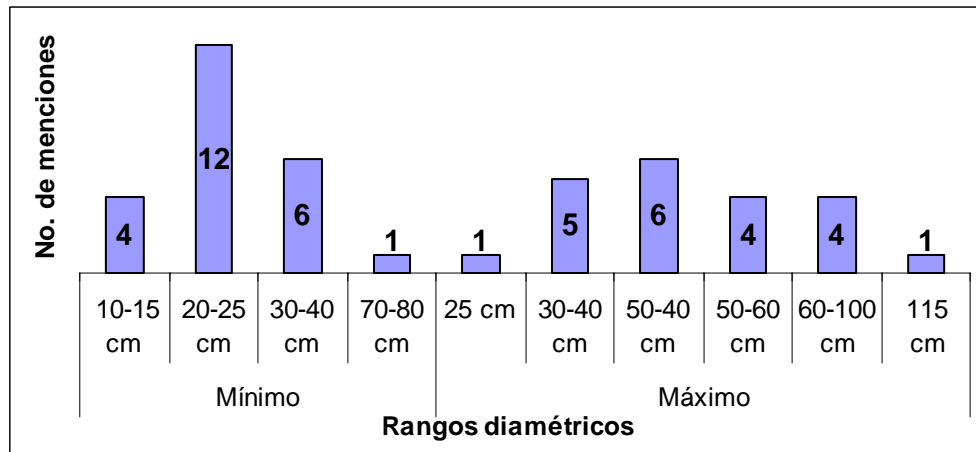


Figura 16. Rangos diamétricos declarados como cortados para leña

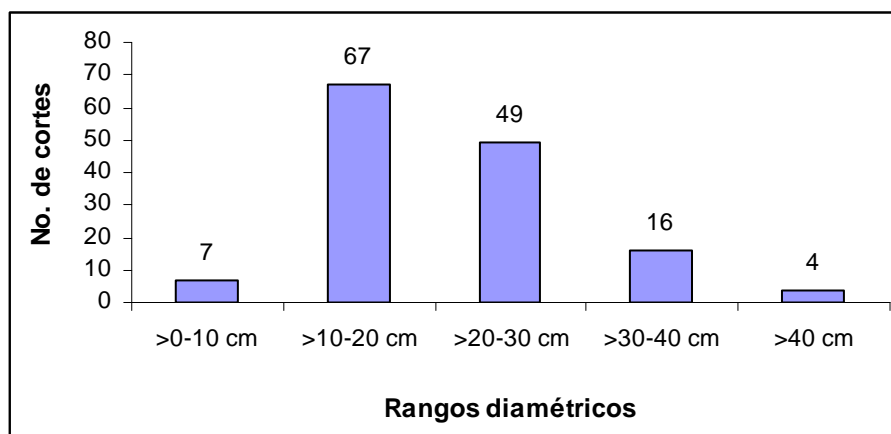


Figura 17. Rangos diamétricos cortados registrados en campo

La mayoría de los entrevistados (94%) utiliza herramientas rústicas, solo el 6% cuenta con motosierra, lo cual posibilita a una pequeña parte de los informantes a incrementar su capacidad de corte (ver Figura 18 y pregunta 25, Anexo 3).

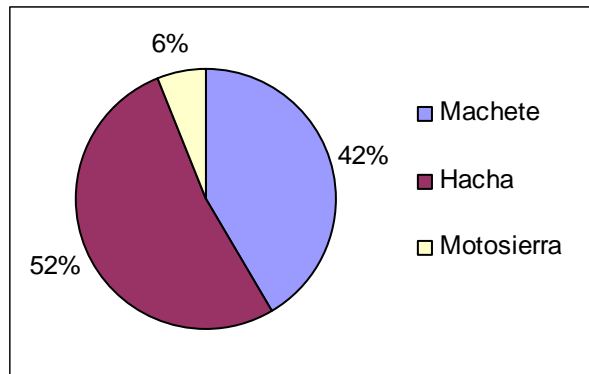


Figura 18. Porcentaje de herramienta utilizada

8.1.1.4 Conocimiento y manejo de la regeneración vegetativa

Percepción de regeneración natural de encinos

De una muestra de 28 personas entrevistadas, el 53% reconoció que la regeneración de los encinos se da tanto por semilla como por rebrotes (pregunta 1, Anexo 3). El 11% adicionó a la respuesta anterior, la raíz, como una parte de la planta a partir de la cual se puede regenerar un encino. El 36% declaró que el encino sólo se regenera por semilla. Aunque en el cuestionario se planteó como opción de respuesta, no hubo quien dijera que los encinos se regeneran sólo de rebrotes de los árboles cortados (ver Figura 19). La categoría de semillas, rebrote de tocón y raíz salió de la opción otros (ver pregunta 1, Anexo 3).

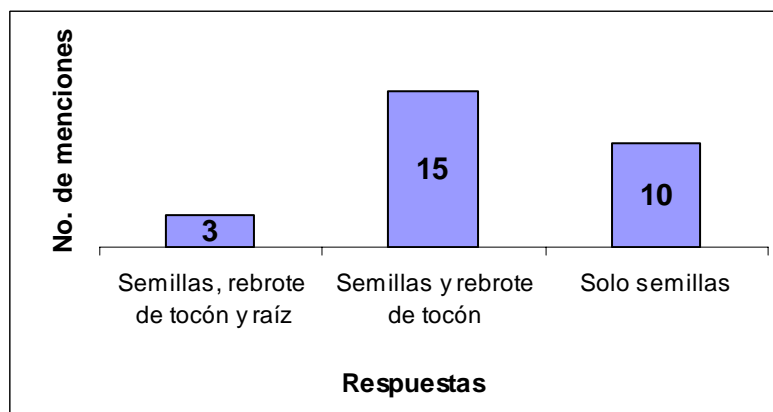


Figura 19. Percepción sobre la regeneración del encino

Finalmente, al cuestionar cuáles son los encinos que rebrotan (pregunta 3, Anexo 3), el 100% de los informantes mencionó que todos, blanco y prieto. Aunado a esta respuesta mencionaron algunas características de edad y diámetro que deben tener los árboles que rebrotan (ver Figura 23).

Factores relacionados con el surgimiento, la supervivencia y el crecimiento de rebrotes

Según lo declarado en los cuestionarios (pregunta 2, Anexo 3), el principal factor que promueve el rebrote de los encinos es su capacidad intrínseca de regeneración, además, con menor frecuencia de respuesta, se mencionaron el corte o la forma en que son cortados, la estación del año, en particular la primavera, la humedad de la tierra y la lluvia (ver Figura 20). No obstante, destaca que las respuestas referidas al corte, agrupadas, tienen alta frecuencia. Los factores o características que sólo tuvieron una mención están en la categorías de otras y fueron: la capacidad de regeneración de la raíz, la edad del árbol, que les echen tierra encima y la materia orgánica presente alrededor. Estos se volvieron a mencionar al preguntar sobre otros aspectos del conocimiento y manejo de los encinos. Las respuestas no suman el 100% pues cada informante podía expresar más de un factor o característica.

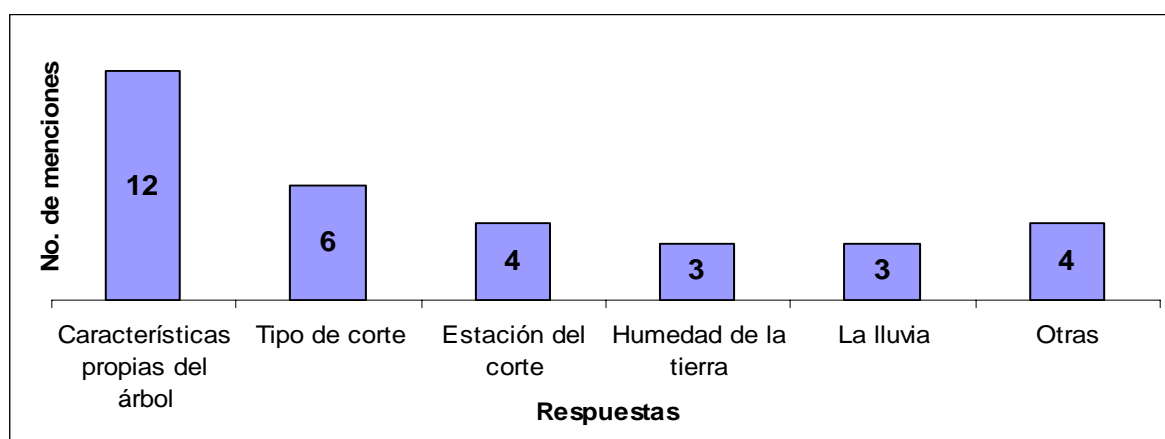


Figura 20. Frecuencia de mención de los factores promotores del rebrote de encinos

El factor que impide el surgimiento de rebrotes con mayor número de menciones es que el árbol es viejo (pregunta 2, Anexo 3). Con menos respuestas se encontró que se seca el árbol o la raíz, la sequía, hacer el corte en luna llena o “sazona”, hacer el corte muy abajo, el arrancarlos de raíz. Otra respuesta frecuente fue que no hay tal factor, “pues todos los árboles retoñan después de cortarlos” (ver Figura 21). Los factores que sólo tuvieron una mención fueron: el no haber sido cortado, por ponerle tierra o aceite encima, por realizar el corte con motosierra, el

invierno porque se hielan los retoños, por la aparición de una plaga, cuando se ve el corazón rojo del encino al hacer el corte.

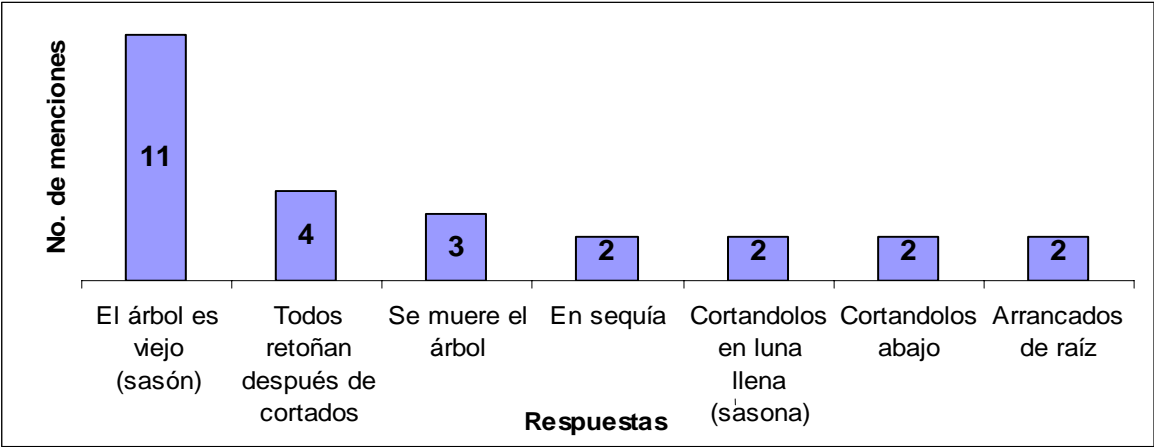


Figura 21. Frecuencia de los factores que impiden el rebrote de encinos mencionados por los entrevistados

Entre las características específicas de los árboles que podrían estar influyendo en el surgimiento de rebrotes, se mencionaron tanto el diámetro como la edad del árbol. El 82% de los entrevistados, mencionó el diámetro como carácter que influye en la aparición de retoños (pregunta 8, Anexo 3). La Figura 22 muestra la frecuencia de los rangos declarados por los informantes en los que surgen o no, los retoños.

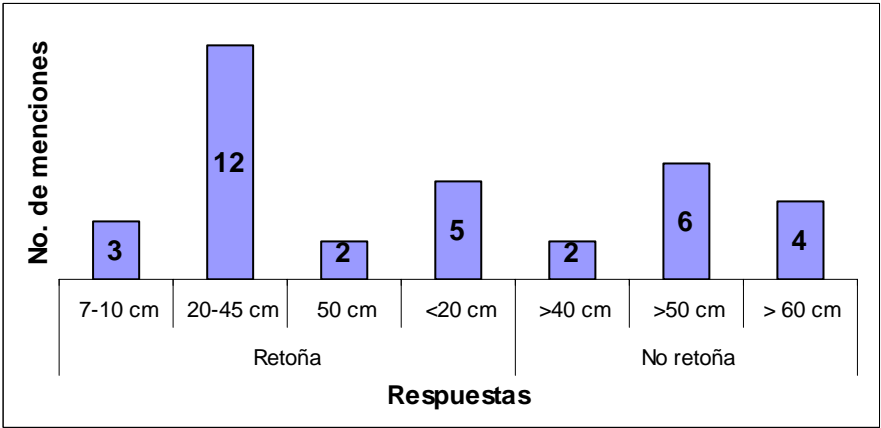


Figura 22. Frecuencia de los rangos diamétricos en los que retoñan y no retoñan los encinos

Si bien no se habla de una edad específica para considerar que un encino es viejo, para los entrevistados, un árbol de 50 cm diámetro se denomina “sasón”, lo que significa que ha llegado a una etapa madura. Teniendo este referente se puede

ver la Figura 23, que muestra las características de los encinos capaces de retoñar (pregunta 8, Anexo 3).

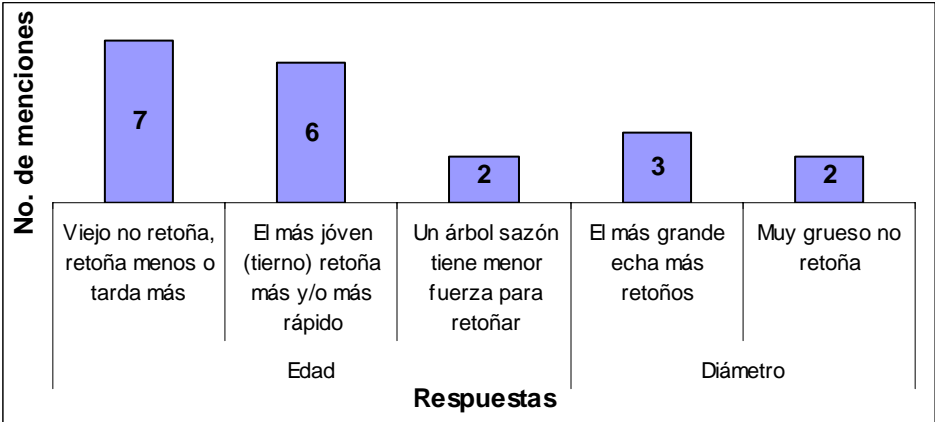


Figura 23. Frecuencia de las características de los árboles que influyen en el surgimiento de rebotes

Respecto a la sobrevivencia de los rebotes, los informantes reconocen los siguientes como factores importantes: la lluvia, el árbol por sí mismo, el no cortarlos, las características del suelo (humedad y nutrientes), que tengan raíz y la corteza (ver Figura 24 y pregunta 4, Anexo 3). Los factores con una mención fueron: que no haya incendios, el aire y el calor, el rocío del viento, la voluntad de Dios y que no los maltraten los animales.

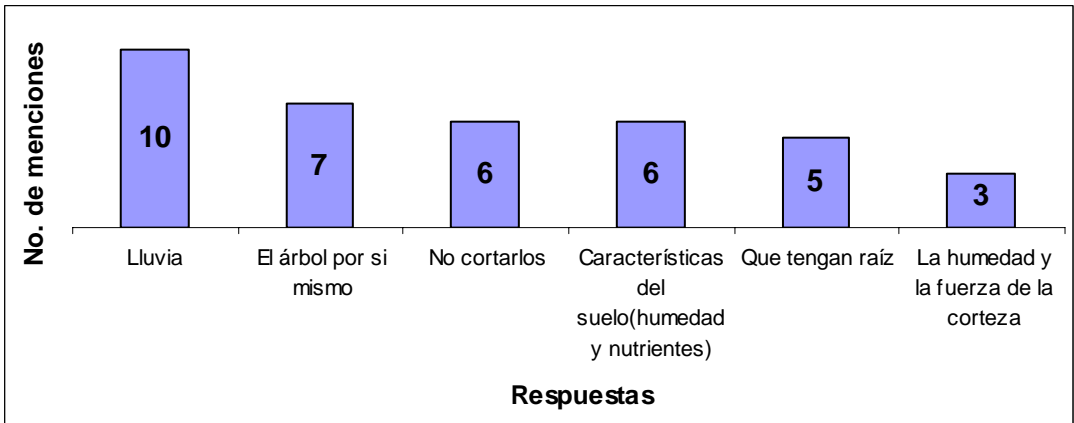


Figura 24. Frecuencia de los factores que permiten la supervivencia de los rebotes

Uno de los principales factores que la comunidad relaciona con el crecimiento de los rebotes son las características del suelo (humedad y nutrientes), explicando que “la humedad de la tierra da humedad al árbol y que el árbol jala de la tierra lo

que necesita” (pregunta 5, Anexo 3). Otros factores relacionados con el crecimiento de los rebrotes son: el árbol en sí mismo, la lluvia, el no cortarlos, la raíz, la luz, Dios, que no los perjudiquen los animales, el aire y el calor (ver Figura 25). Como se puede ver se repiten varios de los factores que se relacionaron anteriormente con la supervivencia de los rebrotes, no obstante, es importante apreciar la importancia de cada factor varía para cada etapa de la vida de los rebrotes. Las respuestas no suman el 100% pues cada informante podía expresar más de un factor o característica.

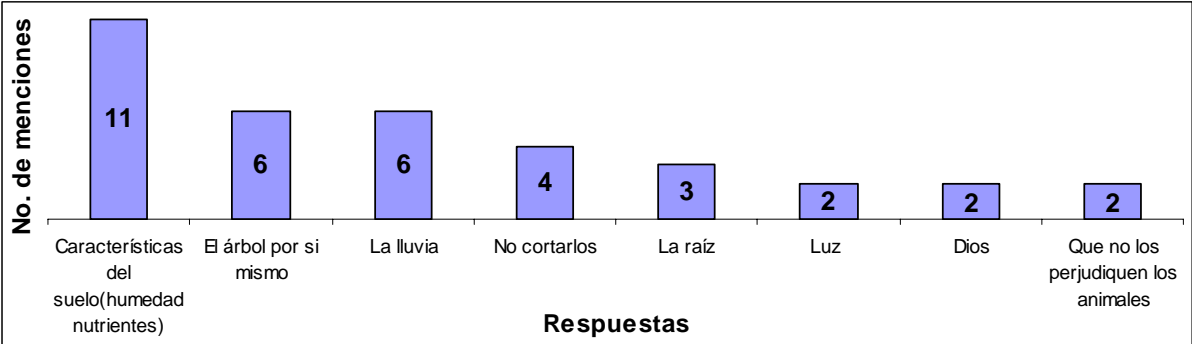


Figura 25. Frecuencia de los factores que permiten el crecimiento de los rebrotes

También se cuestionó si existe diferencia entre el crecimiento de los tipos de encino que la gente reconoce (n=28, ver Figura 26 y pregunta 6, Anexo 3).

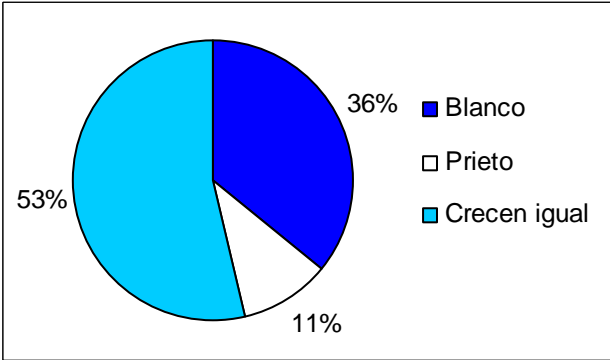


Figura 26. Crecimiento de rebrotes por tipo de encino

De acuerdo con los informantes existen otras características relacionadas con el crecimiento que se refieren a la arquitectura del árbol, la densidad y la dureza de la madera. Para ellos los encinos blancos son más altos y más rectos, porque echan los retoños derechos para arriba. En cambio, los encinos prietos se enchuecan

porque echan ramas para los lados, sin embargo, son más fuertes y más duros, por lo que, si se cortan tardan más tiempo en pudrirse.

Percepción sobre el corte en el rebrote de encinos

Sobre el efecto del corte del encino en el rebrote, el 64% de los informantes percibe una relación entre la forma de hacer el corte y el brote de retoños, el 32% consideró que no hay tal relación y el 4% dijo no saber (pregunta 7, Anexo 3). Al ahondar cuáles son las características del corte que afectan el rebrote de los encinos se encontró: el tipo de herramienta que se utiliza para realizar el corte, la altura del corte, el ciclo lunar y la forma del corte. La Figura 27 muestra la frecuencia de las características del corte y su efecto en el rebrote.

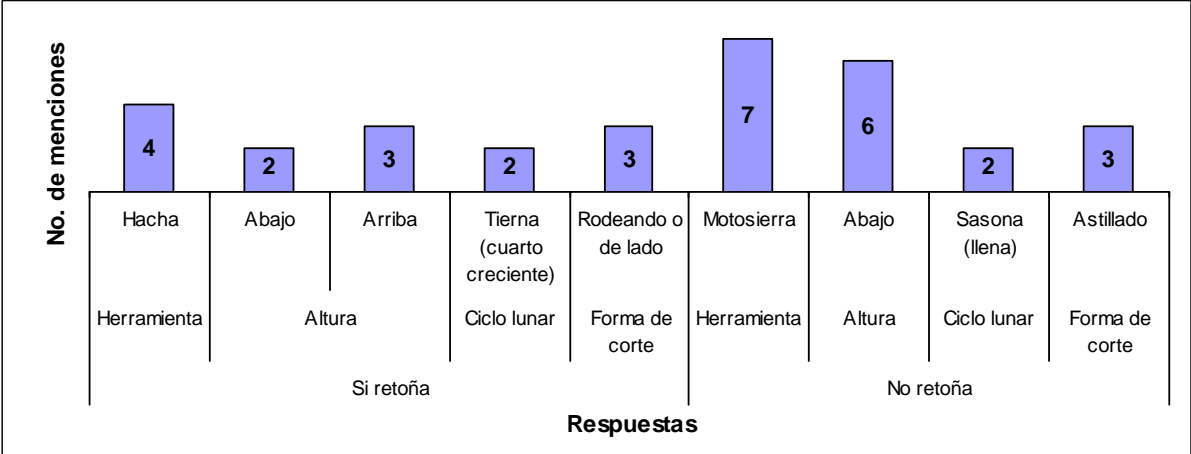


Figura 27. Frecuencia de mención de las características del corte que influyen en el rebrote de encinos

Ya identificadas las características de los cortes que la comunidad considera afectan el rebrote de encinos, se preguntó si el número de cortes que se hace en un árbol, puede también repercutir en el brote de nuevos retoños (pregunta 9, Anexo 3). El 67% de la muestra piensa que el número de cortes hechos en un árbol no afecta su capacidad de rebrote, el 29% considera que afecta y el 4% dijo no saber.

Manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes

Después de conocer qué características del corte son consideradas importantes por los entrevistados para la generación de los rebrotes, se cuestionó si entre las actividades que realizan en campo, efectúan labores para promover el rebrote de encinos (pregunta 10, Anexo 3). Ocho de los informantes respondieron

afirmativamente y el resto contestó que no hace nada. Los motivos argumentados por estos últimos nuevamente fueron: que no es necesario por que los rebrotes salen solos o simplemente, porque acostumbran coleccionar leña seca.

Entre las acciones promotoras del rebrote, efectuadas por los 8 informantes, se tiene: poner sobre el tocón recién cortado tierra u hojarasca para que no se seque; hacer el corte con hacha; cortar al ras de la tierra; podarlos para que crezcan las ramas como un árbol frutal y cuidar que el árbol que cae no perjudique aquellos que están retoñando.

Otra pregunta planteada fue qué pasaría si de un grupo de rebrotes se cortaran los de menor tamaño (pregunta 11, Anexo 3). El 100% de los entrevistados respondió que los rebrotes restantes crecerían más y más rápido. Sin embargo, al cuestionar si ellos harían un corte intencional de los rebrotes para fomentar un mayor crecimiento de éstos (liberación), sólo el 43% (12 entrevistados) respondió afirmativamente (pregunta 12, Anexo 3). A quienes dijeron no hacer cortes de liberación en los rebrotes se les pidió responder, cuántos rebrotes dejarían en el supuesto de que los hicieran (pregunta 13, Anexo 3). Estas respuestas junto con las enunciadas por aquellos que si cortan los retoños se muestran en la Figura 28.

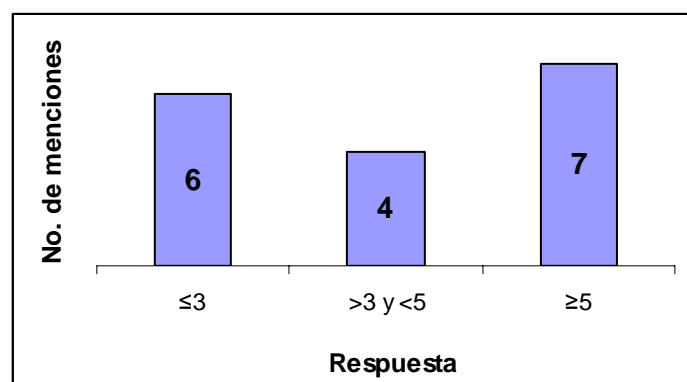


Figura 28. Frecuencia de mención del número de rebrotes mantenidos después de un corte de liberación

Fueron 16 informantes los que declararon no hacer cortes de liberación, solamente 10 de éstos explicaron sus motivos: 5 entrevistados sólo piensan en aprovechar los rebrotes de mayor tamaño y no les interesa dejar crecer los rebrotes; 2 informantes dijeron cortar sólo ramas laterales de los rebrotes; 2 más que dejarían solo los que van bien; uno piensa que no tiene caso cortar los rebrotes porque todos crecen igual y uno más declaró no cortar árboles.

Sobre las características de los rebrotes que dejarían después de una liberación, 19 de 28 informantes dijeron que los más grandes, derechos y gruesos. De aquellos que dijeron sólo cortar los rebrotes de mayor tamaño, 5 afirmaron que dejarían los más chicos y/o delgados. Por su parte un informante dijo no saber cuántos rebrotes dejar, otro piensa que todos crecen igual y otro dijo que la decisión depende del uso que les vaya dar a los rebrotes.

Por otra parte se cuestionó a los informantes sobre el tiempo que tardarían los rebrotes dejados después de la liberación en llegar a un tamaño para ser aprovechados (pregunta 14, Anexo 3). Las Figura 29, muestra las frecuencias de las respuestas.

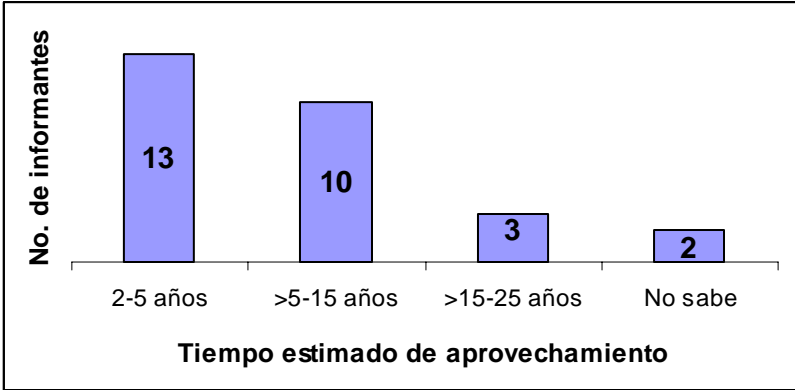


Figura 29. Tiempo estimado por los informantes para aprovechar los rebrotes como leña

Finalmente, sobre el conocimiento de que el diámetro es uno de los factores que más interesa a los leñadores al seleccionar el árbol que cortarán, se cuestionó cuáles serían los diámetros a los que llegarían los rebrotes dejados después de la liberación (pregunta 14, Anexo 3), obteniendo así la Figura 30, que muestra las frecuencias de las respuestas.

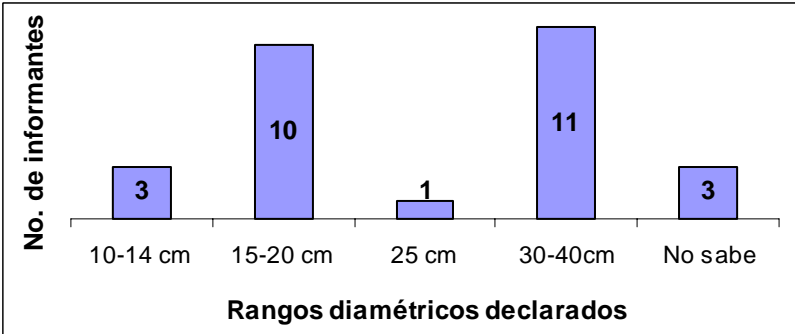


Figura 30. Frecuencia de diámetros al que llegaría después de la liberación

El análisis de correlación para evaluar la concordancia entre el diámetro que los informantes esperan obtener de los rebrotes y el tiempo en que estiman realizar el aprovechamiento de dichos rebrotes para leña, arrojó un coeficiente de correlación de Spearman $r_s = 0.24$, que resultó no ser significativo ya que es menor al valor estimado de $r_s = 0.398$ con un $\alpha = 0.05$ para dos colas. Es decir, los informantes no comparten la idea del tiempo para realizar el aprovechamiento de un rebrote de encino respecto a los diámetros que esperan obtener. La comparación de estos diámetros y tiempos declarados respecto a los calculados para los rebrotes de mayor tamaño de *Q. castanea* se puede ver en la sección 8.1.2.3.

8.1.2 Caracterización del manejo de los encinares

Los siguientes resultados fueron obtenidos del muestreo de encinos realizado en el Cerro Grande, sitio de importante extracción de leña en la comunidad de Ajuno.

8.1.2.1 Proporción y estado de manejo de *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* en el sitio representativo de extracción de leña

En el cerro Grande, uno de los principales sitios de extracción de leña, se encontró una proporción de 0.41 para *Quercus obtusata* y 0.59 para *Quercus castanea* ($n=250$). El 58.5% de los individuos de *Quercus castanea* y el 8.74% de *Quercus obtusata* presentaron evidencias de corte. El número de individuos aprovechados fue significativamente distinto entre las especies, aprovechándose más *Q. castanea* que *Q. obtusata* ($P_{\text{exacta de Fisher}} < 0.001$).

8.1.2.2 Caracterización del manejo de *Quercus castanea* y evaluación de la regeneración vegetativa

Distribución de eventos de corte

Mediante una prueba de Chi cuadrada se comparó la distribución de los eventos de corte en *Q. castanea* con una distribución de Poisson, obteniendo que la distribución de los datos observados es significativamente diferente a la distribución de los datos esperados (< 0.001). Esto significa que la distribución de los eventos de corte no está dada al azar. Así mismo, se evaluó el coeficiente de dispersión, siendo este > 1 , lo cual implica la agrupación de los datos; lo que sugiere que una vez que

un individuo es aprovechado, éste tiene mayor probabilidad de ser aprovechado nuevamente de lo que esperaríamos al azar.

Área basal del individuo vs. número de eventos de corte

Por otra parte, se encontró que en *Q. castanea* el área basal del árbol (del tallo primario) está positivamente correlacionada con el número de eventos de corte que ha experimentado. En principio, los individuos más viejos tienen mayor probabilidad de ser aprovechados, pues al paso del tiempo tendrán más rebrotes, que al estar juntos facilitan el trabajo del leñador.

8.1.2.3 Estimación de la edad de rebrotes (ER)

La estimación de la edad de rebrotes, se hizo tras el conteo de anillos en rodajas de diferente diámetro y bajo el supuesto de que los anillos son anuales. La regresión entre diámetro del rebrote cortado y edad arrojó una $R^2 = 0.72$ (ver Figura 31).

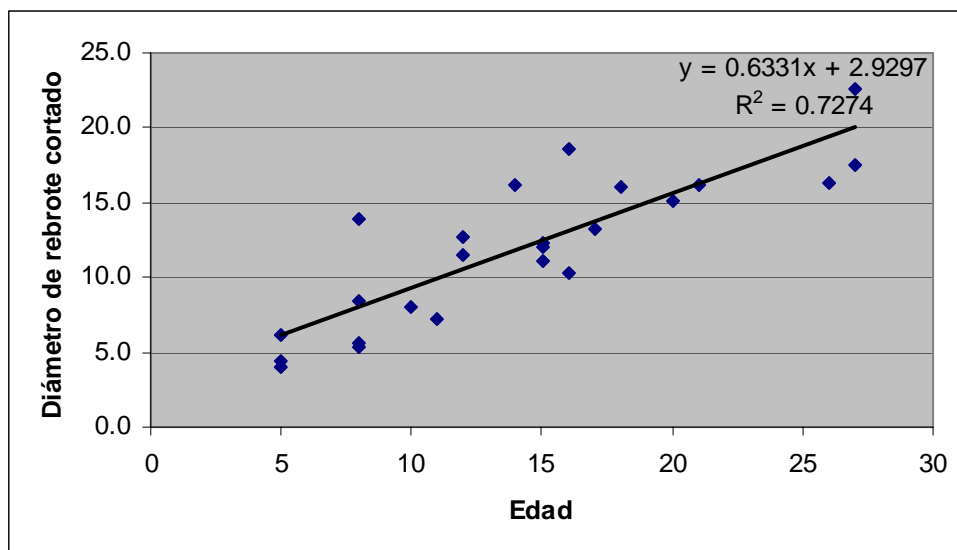


Figura 31. Regresión de diámetro de rebrotes cortados vs. edad

Al ser significativo el valor de la R^2 la ecuación obtenida de la regresión puede utilizarse para estimar los diámetros esperados para los rebrotes de mayor tamaño de una determinada edad y viceversa. La ecuación obtenida de la regresión fue:

$$\text{Diámetro de rebrote de mayor tamaño} = 0.6331 \text{ edad} + 2.9297$$

Considerando que en la realidad a 0 años tendremos 0 cm de diámetro se ajusto la ecuación haciendo que la ordenada al origen sea igual a 0, lo cual produce una ecuación con una $R^2= 0.952$ lo cual habla de una mejor correlación entre los datos (Figura 32). La ecuación obtenida de la regresión con la ordenada al origen 0 fue:

$$\text{Diámetro de rebrote de mayor tamaño} = 0.804 \text{ edad}$$

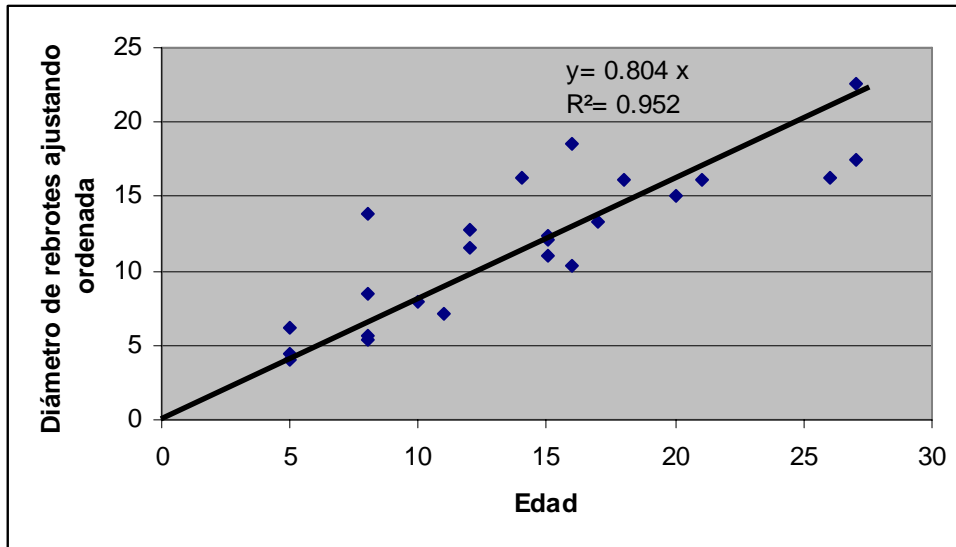


Figura 32. Regresión de diámetro de rebrotes cortados vs. edad con ordenada al origen 0

Los diámetros estimados mediante la anterior ecuación, así como los datos declarados en la entrevista sobre el tiempo y los diámetros alcanzados por los rebrotes después de cortes de liberación, se muestran en la Figura 33.

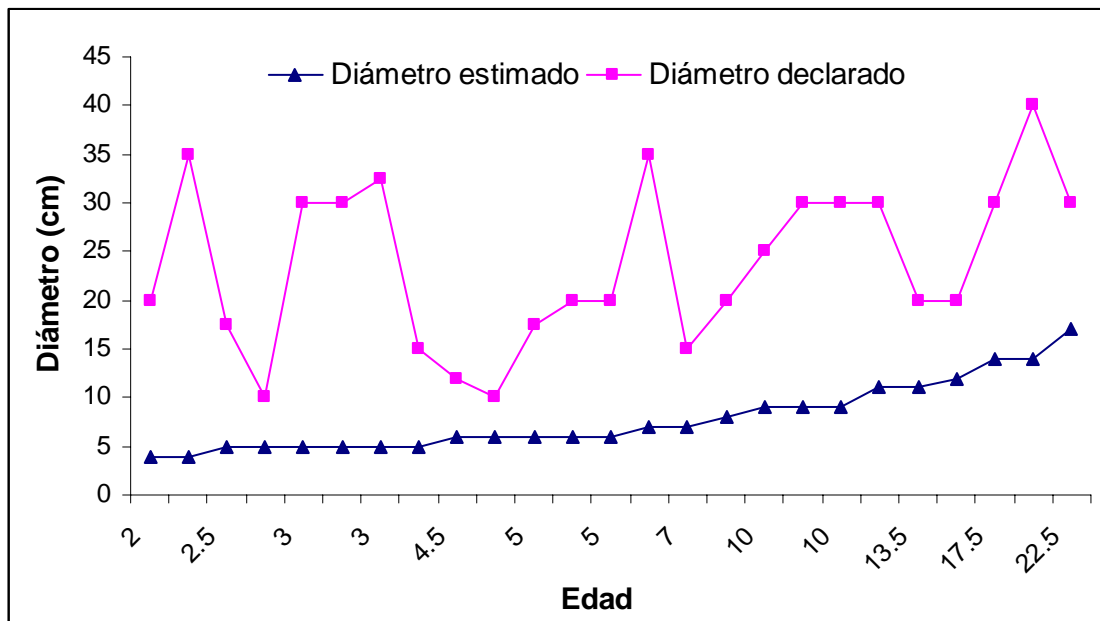


Figura 33. Edad de los diámetros declarados por los entrevistados y de los estimados mediante la ecuación

Por otra parte, debido a la gran variación de valores de los diámetros de los rebrotes coetáneos, éstos no presentaron la normalidad requerida para realizar la regresión, por lo que no se realizó el análisis.

8.2 ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA

8.2.1 Número y área basal total de rebrotes

Debido a que los datos del número de rebrotes no fueron normales no se pudo realizar la regresión por pasos para evaluar el efecto del área basal del individuo, el área basal del corte, el número de eventos de corte y la edad del rebrote. Para evaluar el efecto de las variables antes mencionadas en el área basal total de rebrotes se requirió la transformación a logaritmo de ésta última para cumplir con el supuesto de normalidad. Las variables que tuvieron un efecto fueron el logaritmo del área basal de corte y la edad del rebrote, obteniendo en la regresión una $R^2 = 0.62$ (ver Cuadro 12). Así tenemos que:

$$\text{Log área basal total de los rebrotes} = 0.889 + 0.452 \text{ Log Área basal de corte} + 0.117 \text{ Edad del rebrote}$$

Entonces, **Área basal total de los rebrotes**= $\exp 0.889 * \text{Área basal de corte}^{(0.452)} * \exp (0.117 \text{ Edad del rebrote})$

Cuadro 12. Resultados de la regresión por pasos con el Log área basal de los rebrotes como variable de respuesta.

Efecto	Coefficiente	Error Std	Coef Std	Tolerancia	T	P(2 Tail)
Cosntante	0.889	1.607	0.000	.	0.553	0.586
Log del Área Basal del corte	0.452	0.287	0.233	0.814	1.573	0.131
Edad del rebrote	0.117	0.026	0.661	0.814	4.462	0.000

8.2.2 Diámetro de los rebrotes de mayor talla

Se utilizaron los datos de los rebrotes cortados (los de mayor tamaño), para evaluar mediante una regresión por pasos el efecto en el diámetro de las siguientes variables:

- Número de eventos de corte
- Número de rebrotes
- Edad del rebrote
- Área basal del individuo
- Log área basal del corte

Se obtuvo una regresión una $R^2 = 0.69$ (ver Cuadro 13). Así tenemos que:

$$\text{Diámetro de los rebrotes de mayor talla} = 3.754 + 0.586 \text{ Edad del rebrote}$$

Cuadro 13. Resultados de la regresión por pasos con el diámetro de los rebrotes de mayor talla como variable de respuesta.

Efecto	Coefficiente	Error Std	Coef Std	Tolerancia	T	P(2 colas)
Constante	3.754	1.449	0.000	.	2.590	0.018
Edad del rebrote	0.586	0.090	0.830	1.000	6.477	0.000

8.2.3 Probabilidad de encontrar diámetros >15 cm

Se evaluó mediante una regresión logística la influencia de las variables anteriormente mencionadas, en la probabilidad de tener individuos con diámetro >15 cm de diámetro. Ninguna de las variables resultó significativa para este análisis (ver

Cuadro 14), es decir, ninguna de las variables probadas influye en la posibilidad de tener rebrotes de más de 15 cm de diámetro.

Cuadro 14. Resultados de la regresión logística con el diámetro de los rebrotes de mayor talla como variable de respuesta

Variable	Error estándar	t-ratio	p-value
Constante	7081.689	-0.083	0.934
Eventos de corte	921.387	-0.007	0.995
No. de rebrotes	122.784	-0.007	0.995
Área Basal del Individuo	2.929	-0.032	0.974
Edad del rebrote	240.110	0.020	0.984
Log del Área Basal del corte	1136.083	0.082	0.934

IX. DISCUSIÓN

9.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ENCINARES PARA USO DE LEÑA

9.1.1 Caracterización del manejo en la población de Ajuno

9.1.1.1 Conocimiento general y uso de las especies

En este estudio como en otros trabajos de investigación, se ha observado la preferencia de los encinos sobre otras especies utilizadas para leña (ver Figura 6). Un ejemplo es el trabajo realizado por Masera et. al. (1997) quienes en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca encontraron que los encinos son los árboles que las comunidades prefieren usar como combustible en las zonas templadas. Algo semejante observaron Espejel et. al. (1999), quienes destacan el hecho que en los porcentajes de obtención de carbón y tierra, los encinos superan a los otros grupos de plantas.

Respecto a las preferencias dentro del grupo de los encinos, Masera *et. al.* (1997) hacen una clasificación de tres categorías agrupando en cada una dos tipos de encino según su nombre común, encontrando que existe predilección por una de las categorías. No obstante, hasta ahora, no se han realizado estudios en México donde se hayan investigado a fondo las características de las especies de encino para uso de leña, el conocimiento sobre éstas y las preferencias de las poblaciones usuarias. Esto es muy importante si se pretende optimizar el manejo de estas especies para la obtención de leña. Este estudio investigó esto y se encontró que la población reconoce dos grupos de encinos, sus características y la clara preferencia de uno para uso de leña (ver Figura 7 y Cuadro 4). Entre las características de los encinos blancos como grupo preferido para leña los entrevistados declararon: que dan más calor, tiene mayor duración de la combustión y que arden más. La mayor duración de la combustión, se relaciona con el incremento de la cantidad de sílice y carbono. Un estudio en la India evaluó el potencial de producción de combustibles de especies de bosque subtropical, *Quercus langinosa* fue una de las especies con mejor calidad para leña teniendo las características arriba mencionadas (Jain y Singh, 1999). Aunque en México no se tienen evaluaciones tan detalladas se

reconoce que la madera de los encinos, por sus rasgos de dureza y resistencia es empleada principalmente para la obtención de combustible (leña y carbón) (Espejel *et. al.* 1999).

Determinación de especies y taxonomía de encinos

El grupo descrito por la comunidad como encinos blancos (ver Cuadro 5), se encuentran dentro de la sección *Lobatae* o encinos rojos caracterizados por la presencia de aristas en los dientes foliares y los encinos denominados prietos pertenecen a la sección *Quercus* o encinos blancos diferenciados por tener dientes redondeados o que presentan un mucrón, donde los mucrones pueden ser rígidos o espiniscentes, pero no aristados (Valencia, 2004; Zavala, 2003). De acuerdo a la literatura los encinos blancos, grupo al que pertenecen *Q. obtusata* y *Q. rugosa*, se caracterizan por tener una corteza relativamente suave y escamosa, de color gris o café grisáceo, generalmente de tonalidades claras; por su parte los encinos rojos y negros entre los que se encuentran *Q. castanea* y *Q. crassipes* se reconocen por tener una corteza dura, generalmente de colores oscuros, comúnmente casi negra, profundamente fisurada o escasamente escamosa, aunque casi lisa en juveniles de algunas especies. Sin embargo, la población reporta de forma opuesta lo descrito en la literatura respecto a las características de la corteza para cada grupo de encinos, esto se puede deber a la importante presencia de líquenes sobre *Q. castanea* y *Q. crassipes*.

Por otra parte, en el caso de *Q. castanea* la mayoría de los rebrotes están en etapa juvenil, lo cual concuerda con el aspecto liso reportado en la literatura para esta fase de crecimiento. Sin embargo, es importante destacar que las clasificaciones locales pueden obedecer a otras características de las que usan los taxónomos, tales como color del follaje, de la madera, etc.

9.1.1.2 Factores que determinan el manejo de los encinos para leña

Sitios de extracción

La necesidad de fortalecer disciplinas como la etnobotánica llevó a los investigadores a desarrollar métodos que les permitieran realizar descripciones cuantitativas y analizar patrones de sus áreas de estudio. El trabajo de Phillips y Gentry (1993) describe una técnica cuantitativa para la evaluación de la relativa

utilidad de plantas a la gente. En este trabajo se retomó esta técnica para determinar la importancia de los sitios de extracción de leña mediante el cálculo de un índice agregado, basado en el número de menciones para cada sitio y de la preferencia de cada uno según el orden de mención. La importancia de este índice radica en sopesar ambos aspectos y tener una idea más aproximada a la realidad del grado de interés de los parajes para los usuarios de leña. Aunado a lo anterior, permite categorizar la información obtenida según la importancia de los parajes para la extracción de leña, ubicarlos en un mapa y determinar los sitios de manejo de leña (ver Figura 10).

Por otra parte, el acceso a los recursos forestales determina el consumo y la forma de obtención de leña. Entre los factores que determinan el acceso a estos recursos están: derechos sobre el terreno; patrones de colecta (frecuencia y tiempo disponible); edad y condición física del leñador; factores sociales como posición socioeconómica, normas y tradiciones, fuentes alternativas de ingresos y empleo; factores físicos como clima, altitud, topografía o distancia, tipo de vegetación y obstáculos naturales como ríos y cañadas (Muni, 1999 citado por Puentes, 2002).

En un estudio realizado en Santa Fe de la Laguna, Michoacán, se determinó la accesibilidad a partir de las distancias del poblado al recurso y del efecto de las pendientes sobre la velocidad de desplazamiento de leñadores (Puentes, 2002). Se concluyó que la topografía del terreno (pendientes y cerros) afecta considerablemente el tiempo que se invierte en llegar a los sitios de extracción.

En este trabajo se calcularon las distancias de desplazamiento según Puentes (2002) a partir del pueblo de Ajuno y de los caminos cercanos a los parajes reportados por los entrevistados como sitios de extracción de leña (ver Cuadro 6). El importante número de parajes cercanos a caminos, la corta distancia y el poco tiempo de desplazamiento confirma que estos rasgos son importantes para los informantes cuando deciden visitarlos y realizar ahí la extracción de leña.

Respecto a la cercanía de los sitios de extracción a los caminos, Sader y Joyce (1988) mostraron que la distancia a la red de caminos está relacionada con la deforestación. Por su parte, Mas *et al.* (1996), consideran que la red de vías de comunicación refleja la densidad poblacional y posibilita las actividades humanas como la extracción de madera o la exportación de productos agrícolas.

En relación al tiempo de recorrido, semejante a lo reportado en Santa Fe de la Laguna (Puentes, 2002), donde los leñadores tardan normalmente de 40 a 80

minutos en llegar a los sitios de recolección y un tiempo semejante para regreso, en Ajuno el tiempo máximo calculado de recorrido para llegar al sitio más lejano de extracción reportado por los entrevistados es de 43 minutos (ver Cuadro 6).

En lo que se refiere a la cercanía a las viviendas, en Ajuno es clara la asociación entre la orientación de éstas y los sitios visitados para la extracción de leña. Plieninger *et al.* (2004) encontraron algo similar en un estudio realizado en las dehesas (fincas), en España, donde la distancia de las viviendas de los manejadores a la finca y la presencia de encinos en dicha propiedad estaba muy correlacionada.

Si bien no se registró la posesión de parcelas para cada informante, más de la mitad de los informantes tienen como principal ocupación el trabajo en campo (ver Figura 5). Además se tuvo el reporte de parcelas en todos los sitios reportados para extracción de leña (ver Cuadro 6), por lo que se puede suponer que aquellos propietarios de parcelas colectan su leña cerca de éstas. A pesar de esto, se sabe que el suministro de leña a partir de parcelas propias es mínimo. Los tipos de terrenos de donde se recolecta leña en Michoacán es 92% de terrenos comunales o ejidales, 5% de parcelas propias, 5% de parcelas ajenas y 4% de otras comunidades o ejidos (Masera *et. al.* 1997).³

Este patrón de tipo de terrenos de donde se recolecta la leña se repite en Ajuno, donde los principales sitios de extracción de leña son propiedad colectiva y de acceso a los miembros de la comunidad. En la parte norte de la comunidad se encuentra la propiedad comunal (CESE, 2002b). Precisamente en este lugar se encuentra el “Cerro grande” sitio de mayor interés para extracción de leña. El manejo en esta zona es evidente en *Q. castanea* una de las especies de encino blanco (ver secciones 8.1.2.1 y 8.1.2.2). De acuerdo a lo obtenido por el índice agregado en la zona sur del ejido (ver Figura 10) se ubican los sitios de baja y muy baja extracción es ahí donde se encuentra el mayor porcentaje de superficie de parcelas (ver Cuadro 7).

³ Nota: Los porcentajes son en base a las personas que recolectan. Por ser respuesta de opción múltiple, los porcentajes no suman 100%.

Transporte

Los datos de transporte de leña en Ajuno son parcialmente similares a los obtenidos por Masera *et. al.* (1997), se asemejan en lo referente a la leña cargada en la espalda de y por animales. Sin embargo, el porcentaje de leña que puede ser transportada por vehículos automotores sobrepasa el 2.54% obtenido para Michoacán (ver Figura 11), lo cual puede deberse a que ha aumentado mucho el acceso a vehículos entre 97 y el 2007.

El elevado porcentaje de transportación de leña por vehículos automotores (22%), puede deberse a dos hechos. Por una parte, el 30% de la población masculina de Ajuno son jornaleros (CESE, 2002a), muchos de ellos llevan a cabo el acarreo de arena, por lo que poseen camiones de carga (torton). Por otra parte, la obtención de remesas o el ahorro realizado por la migración de muchos pobladores, les permite a ellos o a sus familias comprar vehículos como camionetas.

Sin embargo, por más que los usuarios de leña utilicen automotores, comúnmente no transportan más leña que la que usan (Arias *com. per.*). Cabe destacar que el uso de bestias como principal medio de transporte para leña cobra mayor importancia por la presencia de caminos que acortan las distancias a los sitios de extracción y permiten llegar a éstos sin problema.

Suministro

El porcentaje de autoabasto de leña en la comunidad de Ajuno (ver sección 8.1.1.3.3), es semejante a lo reportado para los estados de Michoacán y Oaxaca (Masera *et. al.*, 1997) y en comunidades rurales de Guerrero (Arias, 1993). En el caso particular de Ajuno, la existencia de zonas de propiedad común facilita a la población el suministro del combustible. Por otra parte, el autoabasto también está determinado por el nivel de monetarización de la economía local y el tipo de actividades económicas (Arias *com. pers.*). Alguien que tiene acceso a un mayor ingreso económico puede optar por el uso de gas LP o la compra de leña y lo cual esta directamente relacionado con el tipo de actividad económica que realice. En este caso, la población de Ajuno se dedica de forma importante a la agricultura (ver Figura 5).

Existencias en vivienda: tipo y diámetros de leña

Si bien los encinos blancos fueron señalados por los entrevistados como el encino preferido para leña (ver Figura 7), la proporción de leña de encino blanco presente en las viviendas resultó ser semejante respecto a los encinos prietos y las otras especies empleadas para leña (ver Cuadro 8 y Figura 13). Esto podría deberse a que la principal forma de suministro de leña de las viviendas sea por recolecta más que por corte, y de ser así, los usuarios estén juntando lo que se encuentran ya sea cerca de sus casas, de los caminos o de sus sitios de trabajo (ver Figura 9). Baso el anterior argumento en los diámetros de leña encontrados en los hogares (ver Cuadro 10), donde el mayor porcentaje promedio de leña tiene un diámetro menor a 10 cm, habiendo diferencias significativas entre las tres clases diamétricas (ver Figura 15 y Cuadro 11). Sin embargo, para que este argumento tuviera mayor validez habría que saber exactamente en qué proporción el suministro de leña está siendo por recolecta y en qué proporción por corte.

Masera *et. al.* (1997) reportan el gusto por el uso de leña de encino en el 89% de las comunidades estudiadas en Michoacán. La leña existente en las viviendas visitadas en la comunidad de Ajuno refleja la importancia de los encinos como combustible, donde es mayor el porcentaje promedio de encinos en relación a las otras especies (ver Cuadro 9 y Figura 14).

Rangos diamétricos cortados y herramientas utilizadas

Los rangos diamétricos que los entrevistados declararon cortar y los encontrados en campo (ver Figura 16 y Figura 17), difieren de los diámetros encontrados en la vivienda, esto puede deberse a que los diámetros de menor tamaño (<5 cm hasta de 10 cm) pueden ser recolectados por cualquier miembro de la familia, y los declarados por los cortadores generalmente son los obtenidos por el jefe de familia. Cabe destacar que poco más del 42% de los entrevistados mencionó preferir diámetros entre 20-25 cm, dato cercano al reportado en Santa Fe de la Laguna (Puentes, 2002).

Lo anterior también se relaciona con el tipo de herramienta que se utiliza al hacer el corte. Las herramientas que se usan en Ajuno son machete (42%) (cuando se colecta o al cortar diámetros pequeños), hacha (52%) y en ocasiones motosierra (cuando se hace el corte o troceo de los árboles). Como sucede con el transporte, la mayoría de los entrevistados (94%) utilizan herramientas rústicas. Sin embargo, aunque sólo el 6% cuenta con motosierra, esto les abre la posibilidad de tener una

gran capacidad de corte (ver Figura 18), pero mientras el consumo sea principalmente de autoabasto, se esperaría que una familia sólo cortaría lo que va a usar. Osei (1993), realizó un análisis donde explica los efectos del uso de leña en ecosistemas boscosos en Ghana y también encontró que el uso de motosierra es limitado y que en caso de que se tuviera un mayor uso de éstas, cambiaría la vegetación.

Tanto el tipo de transporte como el tipo de herramienta utilizados en la obtención de leña tendrán relación con las características y volúmenes extraídos de leña. Peters (1996, citado por Puentes 2002) propone que la intensidad de los efectos ambientales, sean positivos o negativos, dependerá del modo y magnitudes de extracción, del tipo de recurso y de las especies aprovechadas con respecto a la composición florística del bosque.

9.1.1.3 Conocimiento y manejo de la regeneración vegetativa

Percepción de regeneración natural de encinos

Si bien se han estudiado las actitudes y conductas de conservación de usuarios en lo concerniente a la deficiencia en la regeneración de encinares (Plieninger *et al.*, 2004), no se tiene registro de las percepciones respecto a la forma en la que se lleva a cabo la regeneración de los encinos.

Entre las respuestas relacionadas con las características que deben tener los árboles que rebrotan (ver Figura 23), se encontró que el 100% de los respondientes afirman que todos los encinos rebrotan. Probablemente la respuesta del 36% de los entrevistados que consideran que los encinos solo se regeneran por semilla se debe a que hubo problema en cómo se estructuró la pregunta.

Finalmente, la regeneración de encinos por semilla o por rebrote difiere entre especies (Larsen y Jonson, 1998).

Factores relacionados con el surgimiento, la sobrevivencia y el crecimiento de rebrotes

La capacidad de regenerarse vegetativamente varía entre especies y entre disturbios de diferente severidad. El reconocimiento de los pobladores acerca de la capacidad intrínseca de los encinos para rebrotar concuerda con lo reportado para el género *Quercus* (ver Figura 20). Zavala (2001) señala que para el caso de los

encinos, la propagación vegetativa es el método de regeneración natural que presenta la mayoría de las especies cuando la producción de bellotas es irregular, escasa o casi nula. Por otra parte los grandes sistemas radiculares permiten a los encinos sobrevivir después de que las partes aéreas han muerto, así mismo favorecen el crecimiento una vez que se presentan las condiciones adecuadas (Larsen y Jonson, 1998). Otro de los factores declarados por los entrevistados como promotores del surgimiento de rebrotes fueron el tipo y la estación del corte, estos se discutirán más adelante (ver sección 9.1.1.3.3).

Respecto a la humedad de la tierra y la presencia de lluvia como factores promotores del surgimiento de rebrotes, Larsen y Jonson, (1998) declaran que a menudo, las especies conspicuamente definidas en los encinares del este de Norteamérica, están relacionadas con la humedad del suelo, la cual, es una fuerte influencia en las dinámicas del proceso de regeneración. También afirman que los encinares xerofíticos dependen fuertemente de su tolerancia a la sequía y su habilidad de rebrotar para regenerarse exitosamente. De esta forma, los grandes sistemas radiculares y de tallos que caracterizan a estos encinares, facilitan la sobrevivencia tanto al fuego como a la sequía y en el caso de los encinares meso e hidrofíticos el crecimiento es menos dependiente de la masa de las raíces en comparación con los encinares xerofíticos. En Ajuno se pueden encontrar encinares con las características descritas tanto para los hidrofíticos (en la parte sur de la comunidad) como para los xerofíticos (parte norte de la comunidad). Estos últimos se caracterizan por albergar los sitios de mayor extracción de leña (ver Figura 10).

Por otra parte, la edad del árbol es el factor señalado como principal impedimento para rebrotar (ver Figura 21). Al respecto, Khan y Tripathi (1986) comentan que con el incremento de la edad del árbol se reduce, debido a su muerte, el número de yemas inactivas que promueven el crecimiento de rebrotes. De igual forma citan que el aumento en la edad del árbol ocasiona el incremento del grosor de la corteza lo que ofrece un obstáculo mecánico a la emergencia de rebrotes. Robbins (1957) menciona que la morfología y la fisiología características de un estado juvenil contrastan con aquellas de un estado adulto, como resultado de las diferencias en la calidad y cantidad de materiales que alcanzan al meristemo por la edad de la planta.

En el presente estudio el diámetro del árbol se mencionó como característica importante que influye en el surgimiento de rebrotes (ver Figura 23). De acuerdo a

las declaraciones de los informantes, en encinos de 20 a 45 cm de diámetro surgen rebrotes y en individuos de menores a 20 cm como en aquellos mayores a 50 cm de diámetro no se dará este fenómeno (ver Figura 22). Johnson (1975) encontró que el porcentaje de rebrotes de tocones de un encino rojo incrementó conforme era mayor el diámetro del tocón hasta llegar a cierto espesor y entonces, decreció. Por su parte Khan y Tripathi (1986), relacionan la baja supervivencia de rebrotes surgidos de tocones de 45 cm de diámetro, lo que podría atribuirse al cambio en el balance hormonal como consecuencia del cambio fisiológico del tocón con la edad. Asimismo mencionan que la baja supervivencia de rebrotes emergentes de los tocones de los diámetros más pequeños podría deberse al bajo contenido de reservas o al inadecuado suministro base para soportar el crecimiento de estos rebrotes.

En especies que crecen en ciénegas del delta del río Mississippi, se ha observado que los rebrotes de diámetros menores se dan más a pesar de la edad (Ewel, 1996; Randall et al., 2005; citados por Keim *et. al.*, 2006). En particular se ha observado que los rebrotes menos prolíficos son aquellos de los tocones más viejos de 60 años o aquellos cortados en primavera y verano (Mattoon, 1915; Williston et al., 1980, citados por Keim *et. al.*, 2006).

Tanto las características mencionadas como importantes para la supervivencia como para el crecimiento de los rebrotes son muy semejantes. La variación se observa en el orden de importancia de las características para cada momento en la vida del rebrote (ver Figura 24 y Figura 25). La lluvia es el principal factor que influye en la supervivencia de los rebrotes. En términos ecológicos, el agua constituye un recurso crítico. La lluvia penetra al suelo y forma una reserva en los poros que existen entre las partículas del suelo, así es como para la mayoría de las plantas terrestres la principal fuente de agua se encuentra en el suelo y acceden a ella mediante un sistema radicular (Begon *et. al.*, 1999)

En el caso del crecimiento, uno de los factores de mayor importancia fueron las características edáficas, parcialmente explicada por la humedad del suelo y también por los nutrientes. Cabe señalar que las fuertes interacciones entre el agua y los nutrientes como los recursos que afectan el crecimiento de una planta es un tema bien documentado, de igual forma el hecho de que las raíces no crecen libremente hacia las zonas del suelo que carecen de agua, de modo que los nutrientes en estas zonas no serán aprovechados (Begon *et. al.*, 1999).

La raíz es otro agente relacionado tanto con la supervivencia como con el crecimiento de rebrotes. Para contar con esta capacidad de rebrote luego de haber sufrido algún daño, una planta necesita de la supervivencia de meristemas y almacenes de reserva para soportar el proceso de crecimiento (Bond y Midgley, 2001). Esto ha sido considerado para el crecimiento de renuevos en bosques templados en donde ambos datos y modelos indicaron que los carbohidratos de almacén subterráneo mejoran la supervivencia en el crecimiento (Kobe, 1997 citado por Bond y Midgley, 2001). En particular en los encinos, los grandes sistemas radiculares les permiten sobrevivir después de que las partes aéreas han muerto, así mismo favorecen el crecimiento una vez que se presentan las condiciones (Larsen y Jonson, 1998).

Respecto a la percepción de diferencias en el crecimiento de los diferentes tipos de encino se encontró que más de la mitad considera que no hay diferencias en el crecimiento. No obstante, es interesante ver que una tercera parte de los entrevistados opinan que es el encino blanco el que crece más rápido. Al respecto, un informante comentó que este encino, particularmente el que crece al sur de la comunidad, es el que crece más rápido, lo cual tiene sentido pues en esa parte de la comunidad la humedad no es un factor limitante para el crecimiento, como sucede en la zona norte caracterizada por ser más seca y tener un sustrato rocoso de origen volcánico.

Es probable que la percepción de diferencias en el crecimiento realmente se esté dando más allá de las diferencias morfológicas o de condiciones de humedad, pues se han observado diferencias en el crecimiento de especies de encino correspondientes a los grupos reportados en la comunidad para condiciones ambientales semejantes. En la Sierra del Rincón, Querétaro, con una calidad de estación de 10-12 m (altura), *Quercus rugosa* tiene un crecimiento más lento (0.46 cm/año en diámetro y 0.014 m³/año) en comparación con *Quercus castanea* (0.77 cm/año en diámetro y 0.0249 m³/año) (Arias *en preparación*).

Percepción sobre el corte en el rebrote de encinos

Además de haber sido mencionado como factor promotor del rebrote de encinos (ver Figura 20), el 64% de los entrevistados respondió que la forma de hacer el corte sí influye en el surgimiento de rebrotes. Si bien el 32% respondieron negativamente no es extraño pues buena parte de la población considera que el

surgimiento de rebrotes se da por las características intrínsecas de los encinos (ver Figura 20).

El ciclo lunar fue una característica del corte que, de acuerdo con los informantes, influye en el rebrote de los encinos. El ser humano en su contacto con la naturaleza ha correlacionado las fases lunares, cambios positivos y negativos en la siembra de estacas, corte de árboles y poda de plantas. Lo cierto es que la experiencia muestra que maderas cortadas en luna llena presentan mayor susceptibilidad a la afección de hongos, moho y posteriormente insectos (Tuk, 1994).

Arce (1998), trata de explicar lo anterior de la siguiente forma. La luna alrededor de la tierra tendrá un punto de mínima distancia a la tierra, llamado “perigeo” y un punto de máxima distancia, el “Apogeo”. Cada “mes” la luna regresa al perigeo, donde se ve más grande, más brillante y parece que se mueve más rápido en su órbita. En perigeo la fuerza gravitacional que ejerce la luna sobre la tierra es algo mayor que durante el apogeo y por consiguiente las fuerzas de marea gravitacional y todos los supuestos efectos gravitatorios en el crecimiento de las plantas, también son mayores. El perigeo de la luna no necesariamente coincide con alguna fase de ésta, por ejemplo, luna nueva y cuando lo hace, poco a poco se va desfasando, debido a los diferentes períodos. Los conceptos de perigeo y apogeo de la Luna no son tan conocidos por las personas, porque no se manifiestan como un fenómeno fácilmente apreciable, como sí lo son las fases. Sería conveniente realizar estudios sistemáticos tomando en cuenta el apogeo y perigeo lunar para determinar sus influencias sobre todo en el crecimiento de las plantas, los trasplantes, las podas y los injertos.

Si bien fue baja la frecuencia de mención del ciclo lunar como factor que influye en el surgimiento de rebrotes y en las características de humedad de la leña de encino (ver Figura 21 y Figura 27) y aun sin tener referencia de la magnitud de dicha influencia, es interesante saber que este factor podría influir en las decisiones de manejo de los usuarios de leña.

Una de las características mencionadas del corte, es el tipo de herramienta que se utiliza y el efecto de ésta en el rebrote de encinos, aunque se ha encontrado que el cambio del uso en herramientas tiene un efecto en la vegetación (Osei, 1993), no se han hecho estudios que evalúen si el uso de motosierras tienen un efecto negativo en el rebrote de árboles. Al parecer el uso de motosierra afecta el cambium

por el calor producido por la rapidez del corte. También hay quienes lo atribuyen al aceite que se desprende de la cadena (Arias com. per.). En pláticas informales los informantes comentaron que el uso de herramientas no tiene la intención de provocar el rebrote de los encinos.

Por otra parte, se observó que el uso de hachas y machetes también se debe al poder adquisitivo de los leñadores pues no todos cuentan con los recursos para comprar una motosierra.

Otra característica del corte es su altura, aunque no se observa una respuesta clara de la elevación que debe tener el corte para el rebrote de los encinos, la mayoría de los entrevistados señaló que con cortes a menor altura no se obtendrían retoños. Khan y Tripathi (1986), evaluaron el efecto del diámetro y la altura de los tocones en la supervivencia de rebrotes de cuatro especies de importancia económica: *Alnus nepalensis*, *Quercus dealbata*, *Quercus griffithii*, y *Schima khasiana*, encontrando que todas las especies surgieron a partir de tocones de diámetros medios entre 15 y 45 cm, con una altura entre 25-30 y 45-50 cm. También observaron que una menor altura de corte propicia una posición desfavorable de los rebrotes para recibir una mayor cantidad de luz solar, lo cual puede llegar a ser un factor limitante en su supervivencia y crecimiento. Por su parte, Hook y DeBell (1970, citados por Khan y Tripathi, 1986) señalaron que una menor altura de corte reduce considerablemente el número de yemas inactivas que pueden generar el rebrote.

Por su parte Shackleton (2001), estudió la influencia del tamaño del árbol, la altura del corte y la poda post cosecha en el rebrote y encontró que el efecto de la altura del corte en número de rebrotes fue significativo, al igual que lo fue la interacción entre altura de corte y tamaño del tallo. También comentan que cambiando la altura del corte es una acción de manejo fácil de implementar, con marcados efectos en el número y tasa de rebrote.

En cuanto a la estación del corte se sabe que las reservas de carbohidratos constituyen la principal fuente de energía para el crecimiento meristemático de tallos y raíces (Gordon y Larson, 1970, Ford y Deans, 1977 citados por Rendón, 2002). Es importante conocer los ciclos estacionales de reserva de carbohidratos en agroforestería porque la habilidad de los árboles para rebrotar después de haber sido cortados depende de los niveles de reserva de carbohidratos. Latt *et al.* (2001) encontraron tendencias en las reservas de carbohidratos en árboles de Ibadan,

Nigeria. Ellos observaron que las concentraciones de azúcar y reservas totales de carbohidratos fueron más altas durante la estación de secas y todos los valores de carbohidratos decrecen con el crecimiento reanudado durante la estación húmeda. Del mismo modo en México, en el bosque tropical caducifolio de Chamela, se han encontrado mayor número de rebrotes en especies cortadas al inicio de la estación seca, en relación a los cortados al final de la misma temporada (Miller, 1999; Rendón, 2002).

La forma del corte (ver Figura 27) y la altura del corte tienen un efecto en los meristemas que darán origen a los rebrotes y en las cosechas posteriores. Fern y Kauppi (1990), encontraron que la altura de los tocones tiene poco efecto en la habilidad de rebrotar de árboles en lo concerniente a la primera rotación o corte. Sin embargo, en los cortes sucesivos esto puede ser muy importante. Si los rebrotes se originan de meristemas cercanos a la superficie de un corte más alto en el tocón, el área alrededor de la superficie rebrotaría sin mayor problema, pero si el rebrote es originado desde la superficie de un corte cercano al suelo, en sitios ocultos por la humedad se darían las condiciones para el decaimiento del rebrote. El punto es que no se pueden hacer cortes bajos en subsecuentes cosechas porque se puede alcanzar la zona donde están las yemas formadoras de rebrotes. Por otra parte, los rebrotes originados de tocones altos, pueden distribuir sus conexiones con el sistema radicular pero con cortes repetidos las conexiones vasculares y otras vías pueden llegar a ser deformadas alrededor de la base de rebrotes viejos y eventualmente algunas partes morir debido al inadecuado suministro.

Respecto al efecto de cortes sucesivos de los rebrotes de encino el 67% de los entrevistados (n=19) consideraron que no hay un efecto en el brote de nuevos retoños por el número de cortes que se hace en un árbol. Los entrevistados que piensan que los encinos siempre rebrotan independientemente del número de veces que han sido cortados, reiteraron que mucho depende de la forma o la herramienta con que se haga el corte. Explicaron que un tocón joven sí retoña y se puede cortar varias veces, a diferencia de un tocón viejo que no retoña o del cual se pueden hacer pocos aprovechamientos (cortes).

Los argumentos señalados por los informantes (n=8) que piensan que cortes sucesivos afectan la capacidad de regeneración vegetativa de los encinos son: para la segunda vez que se corta un encino no retoña, como el árbol sigue sazonando

llegará un momento en el que se secará, después de un tiempo ya no crecerá igual y si le han salido retoños en muchas ocasiones terminará secándose.

Desafortunadamente no se cuenta con información del efecto de cortes sucesivos en encinos. No obstante, se cuenta con información de otras especies. En una compilación de trabajos relacionados con el manejo de rebrotes para la obtención de biomasa se reportó un trabajo donde un álamo no podía reproducirse por rebrotes, lo investigadores supusieron que los rebrotes tomaban sus requerimientos de la raíz de los retoños o que el sistema radicular era incapaz de sostener el nivel de producción de retoños, por lo que los rebrotes eran mal alimentados para una adecuada regeneración. Por lo cual se sugirió que esto sería un problema del retoño al tocón y de éste al sistema radicular, cuando hay varias rotaciones de retoños. También se señaló que el éxito del crecimiento de rebrotes depende principalmente del reestablecimiento favorable de las relaciones entre rebrote y raíz. Aunque hay poca información de aspectos morfológicos para la comparación de cortas o largas rotaciones de retoños. Las especies difieren en este aspecto, en retoños de abedules las raíces redujeron seriamente su actividad cuando hubo rotaciones de 2-4 años, cuando recuperaron el crecimiento radial muy pocas raíces aparecieron y no sobrevivieron mucho. Por otra parte, la castaña generó nuevas raíces en cada rotación, mientras algunas de las raíces viejas se mantuvieron. Esto puede explicar por qué la castaña puede retoñar muchas veces y los abedules solamente pueden tener tres o cuatro rotaciones. La relación del rebrote a la raíz también parece ser más directa en la castaña que en los abedules (Ferm y Kauppi, 1990).

Por su parte, Hytönen e Issakainen (2001) evaluaron el efecto de cosecha en la producción de biomasa y rebrote de un abedul (*Betula pubescens*), encontrando que las rotaciones más largas obtienen un mayor promedio anual de producción de biomasa y que al realizar rotaciones cortas la producción de biomasa no es sustentable. Finalmente, hay un número de razones que sugieren que los ciclos largos de cosecha podrían ser favorecidos si se considera la habilidad para rebrotar de los árboles (Ferm y Kauppi, 1990).

Es obvio que el tiempo de cosecha está en función de las características intrínsecas de las especies como tasas de crecimiento, de las condiciones ecológicas de los sitios donde están creciendo (calidad de sitio) y de los requerimientos de los usuarios o manejadores.

Manejo relacionado con el surgimiento de rebrotes

El 71% de los entrevistados (n=20), refirió no realizar acciones con la intención de promover el rebrote de encinos. El resto de los informantes refirieron labores relacionadas con las características del corte descritas anteriormente y en un caso mencionaron podarlos para que crezcan las ramas como un árbol frutal y cuidar que el árbol que cae no perjudique aquellos que están retoñando.

Todos los entrevistados asumen que si realizan podas de rebrotes, aquéllos que se mantienen en el tocón crecerán más rápido; aunque solo el 46% (n=13) dijo haberlas realizado. De igual forma suponen que en caso de tener 10 rebrotes dejarían entre 3 y 5 (ver Figura 28).

La aparición de hasta 20 a 30 rebrotes es común en los tocones y es necesario reducir esta gran cantidad hasta dejar solamente 3 o 5. El número de rebrotes que se deja, depende del propósito de uso del árbol (para leña está bien dejar hasta 5; para postes 2 o 3; y para madera lo mejor es dejar un rebrote en el tocón) (Klarke, 1994 y Colindres *et. al.* 1995 citados por Murillo y Hernández, 2002). En los individuos de *Q. castanea* encontrados en Ajuno es común encontrar un gran número de rebrotes (hasta más de 30), principalmente durante el primer año después de haber cortado el tocón, posteriormente sufren de un aclareo natural. Lo interesante en términos de manejo sería evaluar cuando es más conveniente reducir los rebrotes hasta dejar solamente 3 o 5, antes o después del aclareo natural.

En México no hay trabajos que hayan evaluado el efecto de podas en los rebrotes de encino. En España esto ha sido experimentado como un método de regeneración para el aprovechamiento de encinares. El método se denomina reproducción de monte bajo, el cual hace referencia a un bosque formado total o casi totalmente por rebrotes de tallo o de raíz. De acuerdo con Montoya (1993) las características que hay que considerar para utilizar este método son: 1) el uso del método se ve dificultado por la escasa longevidad de los brotes (60-80 años), lo que ocasiona una rápida caída del crecimiento, 2) los crecimientos iniciales son muy rápidos, consecuencia de la reservas y del gran tamaño del sistema radicular, sin embargo, aproximadamente a los 50 años los individuos procedentes de semillas alcanzan y superan los brotes de la misma edad, 3) es importante que, antes de que se produzca la desaceleración del crecimiento, los brotes tengan un tamaño adecuado para su aprovechamiento lo cual dependerá de la calidad de estación

donde crecen los brotes y de la edad del rebrote (el crecimiento disminuye en rebrotes viejos), 4) la capacidad de rebrote va en relación inversa al espesor de su corteza, y por lo tanto, de su diámetro, 5) los rebrotes tratados con este método, con rotaciones menores al máximo de longevidad de los brotes, conservan su capacidad de rebrote al menos hasta 200-300 años, 6) en los cultivos de monte bajo, deben emplearse espesuras lo más elevadas posible, pues por ser más productivas mejoran la poda natural de los rebrotes.

El turno suele situarse entre 8 y 30 años; aunque lógicamente deben adaptarse a las condiciones de cada monte y a los productos buscados. Los turnos habituales oscilan entre 15 y 25 años (Montoya, 1993). En cuanto a la percepción de los informantes en Ajuno respecto al tiempo en el que podrían volver a aprovechar los rebrotes para leña, el 82% (n=23) considera un tiempo menor a 15 años (ver Figura 29). Los diámetros esperados por los entrevistados están principalmente entre los rangos de 15-20 y de 30-40 cm (ver Figura 30). Sin embargo, de forma general cada informante tiene una percepción diferente de los diámetros esperados respecto al tiempo que tardan en crecer los rebrotes. De hecho, hay una gran subestimación del tiempo que se requiere para alcanzar grandes diámetros.

9.1.2 Caracterización del manejo de los encinares

9.1.2.1 Proporción y estado de manejo de *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* en el sitio representativo de extracción de leña

El aprovechamiento de los bosques tiene un efecto sobre las características de éstos. Un ejemplo, son los bosque de Europa central, donde el manejo del pasado redujo la proporción natural del bosque de hoja-ancha del 66 al 33% del área forestal (Kenk y Guehne, 2001). Otro caso es el de un bosque de los altos de Chiapas, donde se evaluó el disturbio mediante la medición de la proporción de rebrotes de encinos, encontrando un efecto negativo en la biomasa de epifitas y la diversidad alfa por superficie terrestre y en las epifitas de los remanentes y de los árboles rebrotados (Wolf, 2005). En el Cerro Grande en Ajuno, las características morfológicas de los individuos de *Quercus castanea* son resultado del corte de troncos y ramas, así como del surgimiento de rebrotes. Estos cambios en los árboles son evidencia de la preferencia del grupo de encinos blancos declarada por los entrevistados (ver Figura 7 y Cuadro 5). Los anterior refleja el manejo histórico de

los encinos blancos en ese sitio, aunque los porcentajes de leña de encino encontrados en la vivienda no reflejan tal predilección (ver Cuadro 8 y Figura 13).

9.1.2.2 Caracterización del manejo *Quercus castanea* la especie preferida

Distribución de eventos de corte

El aumento de la probabilidad de un árbol cortado de volver a ser cortado, más allá de lo esperado si los cortes se realizaran al azar, en principio se debe a la muy mencionada capacidad intrínseca del árbol para rebrotar, por lo que después de determinado tiempo “ofertará” nuevamente un rebrote para los usuarios de leña. Al respecto Kubo *et al.* (2005), declaran que la capacidad de rebrotar se mantiene en los individuos y en las poblaciones en relación al ciclo de disturbios. Otros factores que podrían estar influyendo en esto es que se regresa a los mismos sitios por el hecho de estar cerca de caminos, parcelas o casas, independientemente de que se hayan alcanzado diámetros mayores en los rebrotes (ver Figura 9). En otras palabras, la gente privilegia la comodidad para la obtención de leña que el dirigir sus prácticas de aprovechamiento a mejorar el bosque.

Área basal del individuo vs. número de eventos de corte

La correlación positiva entre el área basal del individuo y el número de eventos de cortes hace suponer que la talla de los individuos está relacionada con la capacidad de rebrotar de los tocones. En relación a lo anterior Kubo *et al.* (2005), reportaron que el número de rebrotes de *Cercidiphyllum japonicum* producidos después del corte depende del tamaño del tocón, lo cual puede depender inicialmente de la capacidad de los tocones para reparar daños, aunque también pequeños tocones podrían tener esta capacidad. Finalmente, un encino de mayor diámetro puede tener más rebrotes que faciliten el trabajo del leñador al estar juntos, y que cada evento de corte producirá nuevos rebrotes que son atractivos para el leñador también por sus diámetros pequeños, lo que facilita su corte.

9.1.2.3 Estimación de la edad de rebrotes (ER)

La ecuación obtenida en la regresión de edad vs. diámetro de los rebrotes de mayor diámetro cortados ($R^2=0.72$) puede ser muy útil para estimar el tiempo

mínimo de aprovechamiento para los rebrotes de mayor tamaño que crecen en el Cerro Grande de forma más conservadora pues únicamente se utilizan los datos medidos en campo, sin embargo conlleva cierto error al estimar que a una edad 0 se tienen 2.9 cm de diámetro (Figura 31). Por su parte la ecuación que considera el ajuste con ordenada al origen 0 (donde a 0 años se tiene 0 diámetro), muestra un crecimiento muy optimista, por lo que debe tomarse con reserva pues al no contar con datos reales entre los 0 y 5 años de edad se está asumiendo que en este periodo los rebrotes tienen un crecimiento que obedece a ésta ecuación, lo cual no necesariamente es así (Figura 32).

A partir de los modelos anteriores el crecimiento anual del diámetro de los rebrotes (la pendiente del modelo) es en el modelo conservador (sin ajustar la ordenada al origen a 0) de 0.63 cm por año y en modelo optimista (ajustando la ordenada al origen a 0) de 0.8 cm por año.

Cabe señalar que la percepción de los entrevistados del tiempo que toma a los rebrotes llegar a un diámetro aprovechable, subestima este tiempo al compararse con los diámetros estimados con la ecuación de los diámetros de los rebrotes cortados (ecuación sin ajuste) para las mismas edades (ver Figura 33).

Kubo *et al.* (2005), realizaron el conteo de anillos anuales de tallos de *Cercidiphyllum japonicum*, observando a menudo de dos a cinco rebrotes fusionados, midieron la edad de cada rebrote por separado dado que tenían diferentes orígenes (tiempos de brotación). Aunque encontraron que el crecimiento varió por rebrote individual y cambió con la edad, obtuvieron que el diámetro del rebrote estaba positivamente correlacionado con la edad ($P < 0.01$).

En los rebrotes medidos en el Cerro Grande también se encontró variación en el crecimiento de los rebrotes, sin embargo, debido a la gran variación de diámetros de los rebrotes coetáneos no fue posible explorar la relación entre éstos con su respectiva edad.

Finalmente, con base en los análisis realizados en la comunidad de Ajuno, tanto en el área social como en el área ambiental, se caracterizó el manejo tradicional de los encinos para la obtención de leña. Las principales características y factores implicados en el manejo son: el conocimiento que la población tiene sobre los encinos y su capacidad de regeneración vegetativa, la determinación de las zonas de extracción, la dependencia del género en la obtención de leña, el aprovechamiento de rebrotes de encino, el aprovechamiento enfocado a autoabasto,

la selectividad en el corte de encinos y el rango de diámetros cortados (ver Figura 34).

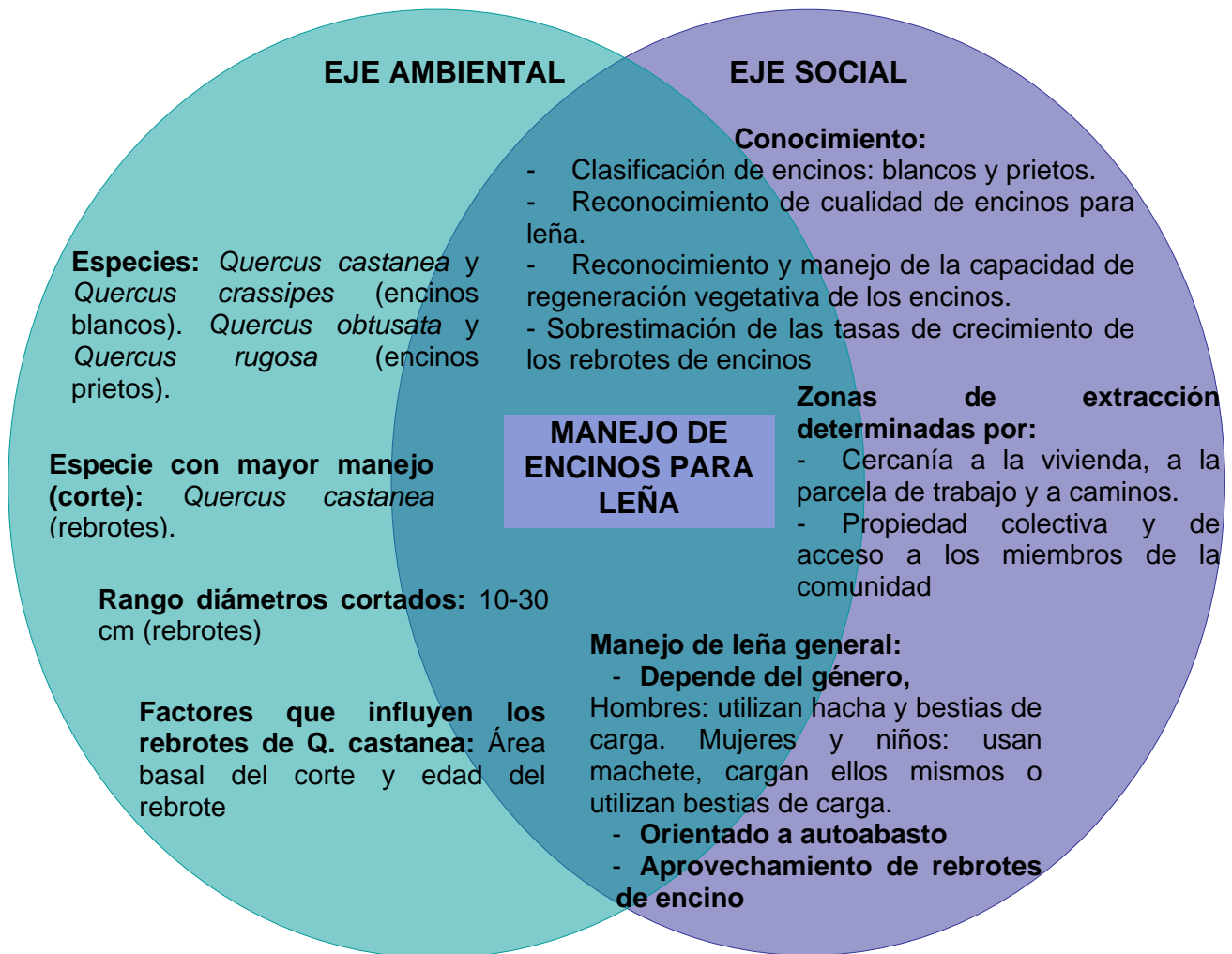


Figura 34. Factores socio-ambientales implicados en el manejo de encinos para leña en la comunidad de Ajuno

9.2 EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA

9.2.1 Número y área basal de rebrotes

Debido a la ausencia de normalidad en los datos de número de rebrotes no fue posible evaluar mediante el análisis de regresión por pasos el efecto del área basal del individuo, el área basal del corte, el número de eventos de corte y la edad del rebrote. Sin embargo, se ha detectado para otra especie que dos de estas

variables tienen efecto en el número de rebrotes. Kubo *et al.* (2005), evaluaron mediante regresiones lineales el efecto edad y el diámetro del tocón por lo que ahora se sabe que para *Cercidiphyllum japonicum* estas variables tienen una correlación positiva con el número de rebrotes.

Al igual que en el trabajo anterior, en la regresión realizada para evaluar las variables que afectan el logaritmo del área basal total de los rebrotes de *Q. castanea*, la edad fue una variable significativa (ver Cuadro 12). Ésta, junto con el logaritmo del área basal de corte explica el comportamiento de la variable en cuestión. Por lo que se ve, el área basal es mejor variable de respuesta comparada con los diámetros coetáneos, pues los recursos del individuo al crecer se reparten en todos los rebrotes, por lo que la sumatoria del área basal de todos expresa un resumen del crecimiento.

9.2.2 Diámetro de los rebrotes de mayor talla

Al igual que Kubo *et al.* (2005), y el análisis anterior, la edad es la variable que resultó significativa en la evaluación del efecto del número de eventos de corte, número de rebrotes, edad del rebrote, área basal del individuo, logaritmo del área basal del corte, en el diámetro de los rebrotes de mayor talla (ver Cuadro 13).

9.2.3 Probabilidad de encontrar diámetros >15 cm

Entender la capacidad de rebrotar del tocón es útil para desarrollar planes de manejo y restauración. Además se requiere de una evaluación a largo plazo del éxito de estos. Este conocimiento fue de particular importancia en la evaluación del manejo potencial de los pantanos de *Nyssa aquatica* y *Taxodium distichum* en el contexto de condiciones hidrológicas modificadas de Luisiana costera (EEUU). Ahí se encontró que la primera especie a menudo forma prolíficos rebrotes a partir de tocones cortados, la segunda especie es una de las pocas coníferas cuyos tocones producen rebrotes capaces de llegar a crecer como árboles completos. La mayoría de los tocones de *Taxodium distichum* tuvieron al menos 40 cm de diámetro (50 ± 14 cm) y casi 1 m de alto (89 ± 26 centímetros), dentro de este estrecho rango de tamaños, no hubo una fuerte relación entre las características de tocones y de su brote (Keim *et al.*, 2006).

En este caso, el interés de conocer la probabilidad de tener rebrotes de más de 15 cm de diámetro era para obtener información útil para el manejo de la

regeneración vegetativa de la especie de mayor preferencia para leña. Si bien el diámetro evaluado es inferior a la talla mínima de interés declarada por los informantes (Figura 16), es el promedio de los rangos diamétricos cortados registrados en campo (Figura 17). Finalmente, de acuerdo al análisis (ver Cuadro 14), ninguna de las variables probadas influye en la posibilidad de tener rebrotes de más de 15 cm de diámetro.

Definitivamente, lo anterior sugiere que para cada especie como para cada sitio se encontrarán diferentes combinaciones de variables que afecten el surgimiento y el crecimiento de los rebrotes.

En resumen, se observa que la preferencia por los encinos como leña, el conocimiento y la agrupación de éstos por sus características morfológicas y los factores que los entrevistados reconocen como importantes en el surgimiento, crecimiento y supervivencia de los rebrotes de encino, corresponde a lo encontrado en la literatura.

Se corrobora que la accesibilidad es uno de los principales factores que influyen el manejo de los encinos, específicamente la cercanía a las viviendas, a las parcelas de trabajo y la distancia a los caminos. Así mismo el manejo de encinos está parcialmente determinado por las cualidades de las especies como leña ya que, en campo se encontró que hay un corte selectivo de éstas, específicamente de *Q. castanea*, aunque en el consumo registrado en las viviendas no hubo tal selectividad entre las especies de encino. Por lo anterior se considera que el autoabasto y el equipo de extracción (herramientas manuales y transporte en bestias) no están influyendo de forma importante en el manejo de los encinos. Por su parte la regeneración vegetativa de los encinos es reconocida por los informantes, sin embargo, ellos no realizan acciones dirigidas a promover la regeneración de los encinos por rebrote.

Finalmente, se logró la evaluación de la regeneración vegetativa de *Q. castanea*, obteniendo que la edad y el diámetro basal del corte fueron las variables que tuvieron influencia en la especie.

X. CONCLUSIONES

Quercus castanea es la especie con mayor manejo y pertenece al grupo de encinos denominados blancos preferidos para leña.

Se detectó que existe preferencia en el consumo de leña de encino en las viviendas visitadas, sin embargo, el consumo se realiza independientemente del tipo de encino. Por lo que será necesario evaluar si esto se debe a escasez de la especie preferida, a quién esta haciendo la colecta de leña o simplemente a la forma en que se realizó el muestreo.

Las principales razones por las que los entrevistados visitan los sitios de extracción de leña son la cercanía: a caminos, parcela de trabajo y vivienda.

Los entrevistados reconocen la capacidad de rebrotar como una característica intrínseca de los encinos y el manejo de la regeneración vegetativa en la comunidad de Ajuno es importante para la obtención de leña, particularmente, en *Q. castanea*.

Aunque todos los entrevistados reconocen que las podas de rebrotes por individuo promueve el crecimiento de los rebrotes residuales, menos de la mitad de los informantes realiza estas prácticas.

Los informantes perciben como principales factores que afectan el surgimiento, crecimiento y supervivencia de los rebrotes de encino: la humedad (edáfica y atmosférica), las características del corte, la edad y el diámetro del árbol, correspondiendo con resultados de estudios de regeneración por rebrote.

El número de eventos de corte que tiene un encino aumenta la probabilidad de ser aprovechado nuevamente.

Individuos de *Q. castanea* con mayor área basal tuvieron mayor número de eventos de corte.

Se obtuvo una ecuación mediante un modelo lineal para hacer la estimación del crecimiento de diámetro del rebrote de mayor tamaño para un evento de corte.

Los pobladores sobrestiman la tasa de crecimiento de los rebrotes de encino.

Se obtuvieron las ecuaciones para estimar el área basal total de los rebrotes y diámetro de los rebrotes de mayor talla de *Q. castanea* en el Cerro Grande sitio de alta extracción de leña en la comunidad de Ajuno.

XI. RECOMENDACIONES

Ya que se han reconocido factores que son importantes en el manejo de los encinos para uso de leña y para la regeneración vegetativa, es necesario evaluar la magnitud de la influencia que ejercen. Por ejemplo, la evaluación de la relación de las herramientas utilizadas respecto a las características y volúmenes extraídos, así como la respuesta de regeneración vegetativa de los encinos.

Evaluar la dinámica de poblaciones de los encinos y determinar qué tanto se extrae y qué tanto esta regenerando el bosque, permitiría hacer propuestas más concretas sobre la tasa de extracción más conveniente para un aprovechamiento que no comprometa la permanencia del bosque.

Respecto al manejo de la regeneración vegetativa, es necesario evaluar cuando es más conveniente reducir los rebrotes y cuántos es conveniente mantener para optimizar el crecimiento de éstos. Así mismo, es importante determinar a partir de qué diámetro inicial es conveniente hacer el primer corte de un encino para posteriormente poder mantener cosechas sucesivas de los rebrotes y cuáles son las características del corte que optimizarían esta respuesta (p.e. altura, estación del año, periodo lunar).

Se recomienda diseñar un esquema de manejo donde se plantee el aprovechamiento de encinos de menor diámetro, por ejemplo los utilizados en las viviendas (<10 cm), de tal forma que se puedan establecer parcelas de producción donde se concentren labores de aclareo y de cosecha de leña de éste tamaño de diámetro.

Finalmente, el diseño de un sistema de cosecha dependerá diámetro a cosechar que a su vez estará en función de la tecnología a utilizar para su combustión. Otros factores a considerar para la ubicación de este sistema será la cercanía a los caminos, viviendas y sitios de trabajo de los usuarios de leña.

ANEXO 1

Cuestionario piloto

Información sobre los árboles empleados como leña:

No. _____ de cuestionario _____ Edad _____
Nombre _____
No. de miembros _____ Ejidatario si () no ()

Datos del usuario y su parcela

¿Usa leña?

¿Qué usa comúnmente para leña?

¿De dónde la obtiene la leña?

¿Qué leña prefiere?

De los árboles que tiene en su propiedad ¿cuáles usa para leña?, ¿cuáles prefiere?

¿Cuánto mide su parcela?

¿Vende leña?, ¿cuánto vende?, ¿en cuánto la vende?, ¿a quién?, ¿cuáles son las características de la leña que le pide el comprador?

¿Cuándo vende leña, ocupa los mismos árboles que cuando es para la casa?

¿Cuál ocupa para la casa y cuál para venta?

¿Cuándo compra leña es la misma que cuando la colecta?, ¿quién le vende?

¿Quién de la familia colecta la leña para su hogar?, ¿qué tipo de leña colecta?, ¿en dónde la colecta?

¿Cuántas cargas de leña usa por semana?

Datos de los encinos

¿Qué encinos tiene en su parcela?

¿Cuántos encinos tiene de cada uno?

¿Usted para que usa los encinos? ¿para que otras cosas se usan? ¿forraje, alimento, construcción, artesanías?

¿Usted qué encinos prefiere para leña?, ¿por qué?, ¿qué características tienen: cantidad de humo, calidad de calor (poder calorífico), duración?

Datos taxonómicos

¿Cuántos encinos diferentes reconoce? (Enlistarlos)

¿Qué características tienen, cómo son?

Periodicidad

¿Cuántas veces corta un árbol en un año?

¿En qué época del año corta más leña?, ¿por qué?, ¿a lo largo del año corta la misma proporción de encinos?

¿El corte de leña se hace en alguna fecha o evento?

¿Cada cuándo sale por leña?

Datos de manejo

¿Hay reglas para hacer el corte de leña?

¿Quiénes hacen el corte de los encinos?

¿Qué herramientas usa cuando corta leña?

¿Cuánto cuestan?

¿De quién son?

¿Usted ha plantado encinos en su propiedad?

¿Para qué los usará?

¿Usted hace alguna labor para fomentar o cuidar los árboles para usarlos como leña?, ¿qué hace?

¿Usted qué hace para que siga habiendo árboles para leña?

¿Cómo se propagan los árboles que usa para leña?

Datos de corte y rebrote

Preguntas 32-34 información recabada cuando se acompañe a hacer el corte.

¿Qué edad le calcula?

¿Por qué usa este y no otro?

¿Por qué viene aquí a cortarla?

¿Cree que retoñará? ¿por qué?

¿Cuáles de estos retoñan?

¿Cómo corta el árbol?

¿Cuánto tiempo tarda en retoñar?, ¿de qué depende que retoñen?

¿De qué depende la sobrevivencia de los retoños?, ¿después de cuánto tiempo usted sabe que los retoños no se morirán?

De los árboles que tiene en su propiedad ¿cuáles retoñan?

¿Considera que la forma en que se corta tiene que ver con que rebrote?, ¿por qué?

¿Qué factores considera para decidir qué árbol va cortar?

¿Qué factores toma en cuenta para decidir el lugar dónde lo va cortar?

¿Cuándo sale por leña qué corta?

¿Qué parte del árbol usa para leña?

¿Usted hace algo en particular para que retoñen? ¿qué hace?

De los encinos que usted conoce, ¿cuáles rebrotan?, ¿cuándo no rebrotan?

Cantidad

Si usara todos los árboles que tiene en su propiedad y que pueden servir para leña ¿cuánta leña obtendría?

¿Para cuánto tiempo?

Enfermedades y/o plagas

¿Reconoce algún problema en los árboles que usa para leña?, ¿cuál(es)?

¿Sabe si los árboles para leña tienen plagas o enfermedades?

ANEXO 2

Cuestionario General

No.

Cuestionario _____ Fecha _____ Barrio _____

Nombre _____ Actividad

principal _____

1. ¿Usa leña?		2. ¿Qué leña prefiere usar? ORDEN DE PREFERENCIA DE MAYOR A MENOR					
S	N	Encino	Jara	Madroño	Tepamo	Pino	Otro

IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS

3. ¿Cuántos encinos diferentes reconoce? <i>(Elaborar un listado)</i>	4. ¿Qué características tienen, cómo son (hojas, corteza, bellota)?			
	Hoja	Corteza	Bellota	Otro

USO

5. ¿Usted para que usa los encinos?					
Leña	Forraje	Alimento	Construcción	Artesanía	Otro
6. ¿Qué otros usos tiene el encino en la comunidad?					
Forraje	Alimento	Construcción	Artesanía	Otro	

Validar el mapa de parajes con informantes calificados para ver si reconocen los parajes del mapa. 7. ¿Conoce el nombre y la ubicación de los parajes?

CARACTERÍSTICAS DE LA LEÑA DE ENCINO (Sra.) (Sr.)				
8. ¿Qué características tienen: cantidad de humo, calidad de calor (poder calorífico), duración?				
Encino	Humo	Calidad de calor	Duración	Otro

ANEXO 3

Cuestionario específico

No. Cuestionario _____ Fecha _____ Barrio _____

Nombre _____ Actividad principal _____

Edad _____

1. ¿Sabe ud. de donde nacen los árboles de encino?

Solo de semillas

Solo de rebrotes de los árboles cortados

Semillas y rebrote de tocón

Otro

2. ¿Hay algo que haga que el encino rebrote? ¿Cuándo no rebrotan?

3. ¿Cuáles son los encinos que rebrotan?

4. ¿Qué permite sobrevivir a los rebrotes?

5. ¿Qué permite el crecimiento de los rebrotes?

6. ¿Los rebrotes de los diferentes tipos de encino crecen igual o alguno crece más rápido?

7. ¿Considera que la forma en que se corta un encino tiene que ver con que surjan rebrotes? ¿Por qué?

8. ¿Considera que el diámetro del encino cortado tiene que ver con que surjan rebrotes? ¿Con qué diámetros retoña?

9. ¿El número de veces que ha sido cortado un encino tiene que ver con que surjan rebrotes?

10. Cuando usted va al campo ¿hace algo en particular para que retoñen? ¿Qué hace?

11. Si de un grupo de rebrotes se cortaran los de menor tamaño, ¿qué pasaría con los que quedan?

12. ¿Ud. ha cortado rebrotes para fomentar que crezcan los que quedan en el tocón? , si sí de 10 rebrotes

13. ¿cuántos deja o dejaría?

14. Después de hacer estas cortes ¿cuánto tiempo después podría usar esos rebrotes para leña? ¿cuáles serían los diámetros a los que llegarían los rebrotes dejados?

15. ¿Cuándo corta un encino para leña, cuál es el diámetro que le interesa cortar?

Mínimo

Máximo

16. ¿Por qué?

17. ¿Usted qué encinos prefiere para leña? Blanco Prieto Otro

18. ¿Por qué?

19. ¿La leña de encino la trae o la compra? % Autoabasto % Compra

20. ¿Me permitiría ver su leña?	% Blanco		% Prieto		% Otro encino		% Otras especies	
	Autoabasto	Compra	Autoabasto	Compra	Autoabasto	Compra	Autoabasto	Compra

21. Estimación de diámetros

%0-5 cm	%5-10 cm	%10-15 cm	%15-20 cm	%20-25 cm	%25-30 cm
---------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

22. Comúnmente, ¿De dónde trae su leña? (nombres de parajes) Jerarquice los sitios de acuerdo a la frecuencia de visitas

1 Más visitado

2 Visitado con frecuencia media

3 Visitado con menos frecuencia

23 ¿Por qué va ahí?	Es cerca de su casa	Por que ahí esta el encino que le gusta	Porque esta cerca de su parcela de trabajo	Porque esta cerca del camino	Otro
---------------------	---------------------	---	--	------------------------------	------

24. ¿En qué va por la leña?	Burro	Camioneta	Carreta con animal	Torton	Otro
-----------------------------	-------	-----------	--------------------	--------	------

25. ¿Qué herramienta utiliza para hacer el corte?	Machete	Hacha	Motosierra	Otro
---	---------	-------	------------	------

XII.BIBLIOGRAFÍA

Arc view GIS 3.2a.1996. Environmental Systems Research Institute, Inc.

Arce J. 1998 <http://www.cientec.or.cr/productos/calendario.html#arriba>

Arias en preparación. “Funciones de Volumen y Análisis de Crecimiento de tres especies de encino (*Quercus laurina*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*) en la Sierra del Rincón, Querétaro”. Tesis de Maestría.

Arias, T. 1993. Manejo y Consumo de leña en un municipio rural de subsistencia: Alcozauca, Guerrero. Tesis Profesional en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 67 pp.

Baxter D.A., R. B. Sage y D. O. Hall. 1996. A methodology for assessing gamebird use of short rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* Vol. 10, Nos 5/6, pp. 301-306.

Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. 1999 Ecología Omega. Madrid

Bellingham, P.J. y Sparrow, A.D. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos* 89, 409–416

Bello M.A. 1985. Contribución al conocimiento del género *Quercus* en el estado de Michoacán. II Seminario Nacional sobre utilización de encinos. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial. 49:32-42.

Bond W.J. y J.J. Midgley. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistente niche. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 16. No.1: 45-51.

Caballero, J., N. Barrera-Bassols, C. Mapes. 1992. La vegetación terrestre. In: Toledo, V., P. Alvarez-Icaza, P. Ávila. Plan Pátzcuaro 2000. Fundación Friedrich Ebert. México. 320 pp.

CESE (Centro de Estudios Sociales y Ecológicos A.C.), 2002a. Evaluación rural participativa de la comunidad de Ajuno, municipio de Pátzcuaro Michoacán. Proyecto Financiado por el Proyecto de Manejo Sustentable de los Recursos Forestales de México. (PROCYMAF).

CESE (Centro de Estudios Sociales y Ecológicos A.C.), 2002b. Reporte final del Ordenamiento Territorial de la Comunidad de Ajuno, municipio de Pátzcuaro Michoacán. Proyecto Financiado por el Proyecto de Manejo sustentable de los Recursos Forestales de México. (PROCYMAF).

Christense, N.L., A. M. Bartuska, J. H. Brown, S. Carpenter, C. D' Antonio, R. Francis, J. F. Franklin, J. A. MacMahon, R. F. Noss, D. J. Parsons, C. H. Peterson, M. G. Turner, R. G. Woodmansee.1996. The report of the Ecological Society of

America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications*. Vol.6, No.3 pp.665-691.

Cottam, Curtis y Hale, **1953**. Some sampling characteristics of population of randomly dispersed individuals. *Ecology*. Vol. 34 No. 4.

Everham E.M. y N.V.L. **Brokaw**. **1996**. Forest damage and recovery from catastrophic wind. *Bot. Rev.* 62, 113–185.

Espejel M.M., N. Santacruz, M. Sánchez. **1999**. El uso de los encinos en la región de La Malinche, Estado de Tlaxcala, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 64: 35-39.

Ferm A. y A. **Kauppi**. **1990**. Coppicing as a Means for Increasing Hardwood Biomass Production. *Biomass* 22:107-121

Hernández R., C. Fernández y P. Baptista. **2000**. Metodología de la investigación. Ed. Mc Graw Hill. México.

Hytönen J. y J. **Issakainen**. **2001**. Effect of repeated harvesting on biomass production and sprouting of *Betula pubescens*. *Biomass and bioenergy*. 20:237-245.

<http://tariacuri.crefal.edu.mx/sigapatz/herramientas/comunidades/ajuno.html>

INEGI, 1980 a. Carta de efectos climáticos Mayo-Octubre 1: 250 000.

INEGI, 1980 b. Carta de efectos climáticos Noviembre-Abril 1: 250 000.

INEGI, 1980 c. Carta de uso de suelo y vegetación 1: 50 000.

Jain R.K. y B. **Singh**. **1999**. Fuelwood characteristics of selected indigenous tree species from central India. *Bioresource technology*. 68:305-308.

Johnson P.S. **1975**. Growth and structural development of red oak sprout clumps. *Forest Science*. 21: 413-418.

Kauter D., I. Lewandowski y W. Claupeil. **2003**. Quantity and quality of harvestable biomass from *Populus* short rotation coppice for solid fuel use – a review of the physiological basis and management influences. *Biomass and bioenergy*. 24: 411-427.

Keim R.F., J.L. Chambers, M.S. Hughes, L.D. Dimov, W.H. Conner, G.P. Shaffer, E.S. Gardiner, J.W. Day Jr. **2006**. Long-term success of stump sprouts in high-graded baldcypress–water tupelo swamps in the Mississippi delta. *Forest Ecology and Management* 234: 24–33.

Kenk G. y S. **Guehne**, **2001**. Management transformation in central Europe. *Forest, Ecology and Management*. 151: 107- 119.

Khan, M.L. y Tripathi, R. S. 1986. Tree regeneration in a disturbed sub-tropical wet hill forest of North-East India: Effect of stump diameter and height on sprouting of four tree species. *17*: 199-209.

Kubo M., H. Sakio, K. Shimano y K. Ohno. 2005. Age structure and dynamics of *Cercidiphyllum japonicum* sprouts based on growth ring analysis. *Forest Ecology and Management*. 213 253–260

Larsen D. R. y P. S. Johnson. 1998. Linking the ecology of natural oak regeneration to silvicultura. *Forest Ecology and Management*. 106: 1-7.

Masera, O. R. 1994. Socioeconomic and environmental implications of fuelwood use dynamics and fuel switching in rural Mexico. Tesis Doctoral. University of California Berkeley.

Masera, O. R., R.S. Almeida, J. Cervantes, J.F. Garza, C. Juárez, M. A. Martínez, y C. Sheinbaum 1989. "Energy use patterns and social differences: a Mexican village case study". International Development Research Center (IDRC), Manuscripts Reports No. IDRC-MR 215e. Ottawa, Canada.

Masera, O., 1996. "Deforestación y degradación forestal en México." Documentos de trabajo N°19, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.), Pátzcuaro, México.

Masera, O., J. Navia, T. Arias, E. Riegelhaupt, 1997. Patrones de Consumo de Leña en Tres Micro-regiones de México: Síntesis de Resultados. Proyecto FAO/MEX/TCP/4553(A). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.), Pátzcuaro, México.

Masera, O., D. Masera, J. Navia. 1998. Dinámica y uso de los recursos forestales de la Región Purépecha, El Papel de las Pequeñas Empresas Artesanales. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.)

Mass P. 1977. Los encinos como fuente potencial de madera para celulosa y papel en México. *Ciencia Forestal* 2(9):39-59.

Midgley, J.J. 1996. Why the world's vegetation is not totally dominated by resprouting plants; because resprouters are shorter than reseederers. *Ecography* 19, 92–95.

Miller, P.M. 1999. Coppice shoot and foliar crown growth after disturbance of a tropical deciduous forest in Mexico. *Forest Ecology and Management*. 116: 163-173.

Montoya, O. 1993. Encinas y encinares. Agrogúías Mundi-Prensa. España.

Murillo, S. y J.A. Hernández. 2002. Producción de biomasa para leña combustible, de una plantación de los 12 años de edad de *Eucalyptus globulus* Labill. Tesis

Ingeniero Forestal, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo.

Ojeda, F. 1998. Biogeography of seeder and resprouter *Erica* species in the Cape floristic region – where are the resprouters? *Biol. J. Linn. Soc.* 63, 331–347.

Osei W.Y. 1993. Woodfuel and deforestation: Answers for a sustainable environment. *Journal of environmental management.* 37:51-62-

Pate, J.S., R.H. Froend., B.J. Bowen, A. Hansen y J. Kuo. 1990. Seedling growth and storage characteristics of seeder and resprouter species of Mediterranean-type ecosystems of S.W. Australia. *Annals of Botany.* 65, 585–601.

Phillips, O.L.B. y A. Gentry. 1993. The useful plants of Tambopata, Peru. II Aditonal hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany.* 47:000-000

Plieninger T., J. Modolell y Mainou, W. Konold. 2004. Land manager attitudes toward management, regeneration, and conservation of Spanish holm oak savannas (dehesas). *Landscape and Urban Planning.* 66:185-198.

Programa Emergente para el Desarrollo Regional. Proceso de Planeación con el Comité Ejecutivo Intermunicipal del Lago de Pátzcuaro. En internet: <http://tariacuri.crefal.edu.mx/sigapatz/framesiga2.html>.

Puentes V. 2002. Impacto del consumo de leña en el bosque de Santa Fe de la Laguna, Michoacán. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rendón H. 2002. Extracción de varas de *Croton septemnerivus* Mc Vaugh (Euphobiaceae) y efecto del corte en su capacidad de rebrote en la costa de Jalisco, México. Tesis de Maestría en Ciencia, área Biotecnología, Universidad de Colima. México.

Robson C. 1993. Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers. British library.

Sakai, A. , S. Sakai y F. Akiyama. 1997. Do sprouting tree species in erosion-prone sites carry large reserves of resources? *Annals of Botany.* 79, 625–630.

Shackleton C.M. 2001. Managing regrowth of an indigenous savanna tree species (*Terminalia sericea*) for fuelwood: the influence of stump dimensions and post-harvest coppice pruning. *Biomass and bioenergy,* 20: 261-270.

Siebe C., R. Jahn, K. Stahr. 1996. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C.

Siegel S. y Castellan N.J. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. 2a Edición. Mc Graw Hill. EE UU.

Tovar R. 2004. Uso de leña y su impacto en comunidades de la Región Purépecha, Michoacán, México. Tesis Magíster Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación.

Trossero M.A. 2002. Dendroenergía perspectivas de futuro. *Unasylva* 211 (53): 3-12. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Tuk J. 1994. Xiloquímicas de Costa Rica S.A., <http://www.cientec.or.cr/productos/calendario.html#arriba>

Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* Vol. 75. pp. 33-53.

Wickwar G.M. & Stevens. Cochairmen W.C. 1986. "Site classification in relation to forest management" Ed. Great lakes forestry center, canadian forestry service & government of Canada, 141 pp

Wickwar G.M. y Stevens. Cochairmen W.C. 1986. "Site classification in relation to forest management" Ed. Great lakes forestry center, canadian forestry service & government of Canada, 141 pp

Wolf J. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management.* 212: 376–393.

Zar J. 1999. Biostatistical analysis. 4ª Ed. Prentice Hall International. USA.

Zavala F. y García E. 1997. Plántulas y rebrotes en la regeneración de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo. *Agrociencia* 31:3.

Zavala F. 2001. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. Universidad Autónoma de Chapingo.

Zavala F. 2003. Identificación de encinos. 2ª ed. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo.