



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES
Y TECNOLÓGICAS DE LA AGROINDUSTRIA Y LA
AGRICULTURA MUNDIAL**

“CADENA DE VALOR Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL”

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRIA EN CIENCIAS EN ESTRATEGIA AGROEMPRESARIAL

PRESENTA

LUCIA ANAID PEREZ VIVEROS

BAJO LA SUPERVISIÓN DE:

DRA. LETICIA MYRIAM SAGARNAGA VILLEGAS



Chapingo, Estado de México, octubre de 2024



“CADENA DE VALOR Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL”

Tesis realizada por **LUCIA ANAID PEREZ VIVEROS**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN ESTRATEGIA AGROEMPRESARIAL

DIRECTOR: 
DRA. LETICIA MYRIAM SAGARNAGA VILLEGAS

CO- DIRECTOR: 
DRA. NANCY HARLET ESQUIVEL MARÍN

ASESOR: 
DR. JORGE AGUILAR ÁVILA

DEDICATORIAS

A mis padres Luis Perez Canseco y Beatriz R. Viveros Flores, por su amor incondicional, por ser mi inspiración y por todas las enseñanzas invaluable. Gracias por siempre creer en mí.

A mis hermanos Felipe de Jesús, Janis, Elena, Ixchel y Canek por su apoyo y amor incondicional en cada paso que doy.

A mis sobrinos Alexander, Ángel, Iriel y Grecia este logro es para ustedes. Nunca dejen de creer en sí mismos y perseguir sus sueños, como yo lo he tratado de hacer.

A mis amigos por siempre estar para mí, gracias por las risas, el apoyo y momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la Universidad Autónoma Chapingo y al Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial contribuir en mi formación académica y profesional y han sido clave en mi desarrollo personal.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por otorgarme el apoyo financiero para concluir mis estudios de posgrado.

A la Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas por su invaluable guía y apoyo otorgándome sus conocimientos y tiempo en el desarrollo de esta investigación, aprecio los consejos y la motivación que me brindó en todo momento.

A la Dra. Nancy Harlet Esquivel Marín y al Dr. Jorge Aguilar Ávila por compartirme sus conocimientos, otorgándome su tiempo, paciencia y dedicación. Sus aportaciones fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de esta investigación.

Al personal académico, por su conocimiento compartido y entusiasmo, enriquecieron mi trabajo, así como al administrativo, que con su asistencia y diligencia siempre facilitaron mis actividades dentro del centro.

A la organización bajo estudio por brindarme su confianza y apoyo, así como la información necesaria para poder realizar la presente tesis. Su disposición para colaborar ha sido fundamental para el desarrollo de mi investigación y ha enriquecido significativamente mi trabajo y mi desarrollo profesional.

DATOS BIOGRÁFICOS

Lucia Anaid Pérez Viveros nació el 10 de septiembre de 1997 en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. Entre 2012 y 2015, cursó el bachillerato en el Colegio de Bachilleres del estado de Oaxaca. En 2015, ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, donde formó parte de la División de Ciencias Forestales de esta institución y realizó la licenciatura en Ingeniería Forestal, culminando sus estudios en 2020. Posteriormente, entre 2020 y 2022, se incorporó al campo laboral trabajando como prestadora de servicios técnicos profesionales en la empresa Proyectos Forestales y Ambientales S.A. de C.V., ubicada en el estado de San Luis Potosí. En este puesto, brindó asesoría técnica en la ejecución de proyectos forestales a ejidos y comunidades de la región. En el periodo de 2022 a 2024 fue estudiante la Maestría en Ciencias en Estrategia Agromepresarial en el CIESTAAM de la Universidad Autónoma Chapingo.



RESUMEN GENERAL

CADENA DE VALOR Y VIABILIDAD ECONOMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL¹

En México la producción y comercialización de carbón vegetal se desarrolla de manera informal, lo que limita la información sobre el proceso productivo, los insumos utilizados y la rentabilidad. La informalidad genera escasa competencia, insuficiente organización entre productores y ausencia de estrategias de mercado, repercutiendo en un alto intermediarismo, y reducidos precios pagados al productor. El objetivo de esta investigación fue analizar la cadena de valor y estimar ingresos y costos de producción, para proponer intervenciones que maximicen la eficiencia económica y operativa de los distintos eslabones. Se aplicaron 30 entrevistas en profundidad a actores de una empresa social para caracterizar actores clave de la cadena. Se estudió la viabilidad económica de la producción de materia prima y del carbón vegetal, mediante un panel de ocho productores. Los ingresos y costos se estimaron utilizando la metodología del AAEA Task Force, adaptada para México. Finalmente, se realizó un análisis FODA, que fundamentó la propuesta de intervención. Los resultados mostraron que el 63% de la producción es vendida a intermediarios y utilizada en panaderías, rosticerías y restaurantes. La parte relacionada con la obtención de materia prima resultó viable en términos económicos y financieros, mientras que la elaboración de carbón solo fue viable en términos financieros, pero negativa en términos económicos. Sin embargo, es importante mencionar que el impacto ambiental no fue cuantificado, lo que podría influir significativamente sobre el análisis de la viabilidad financiera y económica. Como conclusión se destaca la necesidad de innovación en el eslabón productores, principalmente, en el proceso productivo y en la gestión de canales de comercialización.

Palabras clave: Biocombustibles, costos de producción, comercialización, rentabilidad.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Estrategia Agroempresarial, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Lucia Anaid Perez Viveros
Director de tesis: Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas

ABSTRACT²

VALUE CHAIN AND ECONOMIC VIABILITY OF CHARCOAL PRODUCTION

In Mexico, charcoal production and marketing are carried out informally, which limits information on the production process, inputs used and profitability. Informality generates little competition, deficient organization among producers and the absence of market strategies, resulting in a high level of intermediation and low prices paid to producers. The objective of this research was to analyze the value chain and estimate income and production costs to propose interventions to maximize the economic and operational efficiency of the different links. We conducted thirty in-depth interviews with key actors in a social enterprise to characterize them. The economic viability of raw material and charcoal production was studied using a panel of eight producers. Income and costs were estimated using the AAEA Task Force methodology, adapted for Mexico. Finally, a SWOT analysis was conducted to support the intervention proposal. The results showed that 63% of production is sold to intermediaries and used in bakeries, rotisseries and restaurants. The part related to obtaining raw material was viable in economic and financial terms, while charcoal production was only viable in financial terms but negative in economic terms. However, it is important to mention that the environmental impact was not quantified, which could significantly influence the analysis of financial and economic viability. In conclusion, the need for innovation in the producer link is highlighted, mainly in the production process and in the management of marketing channels.

Key words: Biofuels, production costs, commercialization, profitability.

² Master Sciences thesis in Agribusiness Strategy, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Lucia Anaïd Perez Viveros.
Supervisor: Leticia Myriam Sagarnaga Villegas

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación	3
1.2.1	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	General.....	4
1.3.2	Objetivos particulares	4
1.4	Preguntas de investigación.....	5
1.5	Hipótesis.....	5
1.6	Estructura del documento de titulación.....	5
II.	MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL	7
2.1	Cadena de valor	7
2.2	Red de valor	10
2.3	Costos de producción	13
2.4	Competitividad y rentabilidad financiera	14
2.5	Servicios ecosistémicos.....	15
III.	MARCO REFERENCIAL.....	16
3.1	Los Objetivos de Desarrollo Sostenible	16
3.2	Manejo forestal en México	17
3.2.1	Superficies bajo manejo forestal maderable en México	18
3.2.2	Producción y consumo de madera como combustible	21

IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
4.1	Delimitación espacial y temporal	28
4.2	Fuentes de información y colecta de datos	29
4.3	Métodos de análisis	31
4.3.1	Análisis de la cadena de valor	31
4.3.2	Evaluación económica y financiera	32
4.3.3	Formulación de propuestas de intervención	34
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
5.1	Caracterización de la cadena de valor de carbón vegetal	35
5.1.1	Bosque bajo manejo forestal	37
5.1.2	Proveedores de materia prima	38
5.1.3	Productores de carbón vegetal	39
5.1.4	Red de valor de los productores de carbón vegetal	40
5.1.5	Intermediarios	54
5.2	Viabilidad económica de la producción de carbón vegetal	55
5.2.1	Descripción de la unidad de producción modelada	55
5.2.2	Ingresos totales	57
5.2.3	Costos de operación	59
5.2.4	Costos generales	62
5.2.5	Costos económicos	63
5.2.6	Ingreso neto y rentabilidad	64
5.2.7	Precios objetivos	66

5.2.8	Impactos sociales, económicos y ambientales de la producción de carbón vegetal	68
5.3	Propuestas de intervención	70
5.3.1	Análisis FODA	70
5.3.2	Líneas de acción	75
VI.	CONCLUSIONES	79
VII.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	82
VIII.	LITERATURA CITADA.....	83

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Descripción sintetizada de la colecta de datos para la cadena de valor de producción de carbón vegetal	29
Cuadro 2 Características generales de los panelistas para la estimación de costos de producción	30
Cuadro 3 Ventajas y desventajas de los hornos más comunes en la producción de carbón vegetal y su rendimiento	46
Cuadro 4 Producción mensual de carbón vegetal de la URP SLPCV01. (Toneladas).....	57
Cuadro 5 Ingresos y costos totales de la obtención de materia prima de la URP SLPCV01	58
Cuadro 6 Ingresos y costos totales de la producción de carbón vegetal de la URP SLPCV01.....	59
Cuadro 7 Ingreso neto y rentabilidad de la obtención de materia prima de la URPCV01	64
Cuadro 8 Ingreso neto y rentabilidad de la producción de carbón vegetal de la URPCV01	65
Cuadro 9 Relación del beneficio costo de obtención de materia prima y producción de carbón vegetal de la URPCV01.....	66
Cuadro 10 Precios objetivo para la obtención de materia prima y producción de carbón vegetal	67
Cuadro 11 Análisis FODA de la Sociedad Silvícola	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del documento de titulación	7
Figura 2. Diagrama de la cadena de valor	8
Figura 3. Diagrama de la red de valor.....	12
Figura 4. Superficie forestal bajo manejo por estado (2018) (hectáreas).	19
Figura 5. Superficie bajo manejo forestal por tipo de propiedad (2018) (porciento).....	19
Figura 6. Principales estados con producción maderable (2018) (porciento). ..	20
Figura 7. Principales destinos del volumen de madera extraído (2018) (porciento).....	21
Figura 8. Producción de carbón vegetal 1993-2020 (Toneladas).	23
Figura 9. Principales países productores de carbón vegetal (Toneladas).	23
Figura 10. Producción de carbón vegetal por región 1993-2020 (Porciento)....	24
Figura 11. Exportación de carbón vegetal por región 1993-2020 (Toneladas). ..	24
Figura 12. Carbón exportado por región (Porciento).....	25
Figura 13. Principales países exportadores de carbón vegetal 1993-2020 (toneladas).....	26
Figura 14. Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	28
Figura 15. Cadena de valor de la producción de carbón vegetal	36
Figura 16. Organigrama interno del ejido.....	40
Figura 17 Red de valor de los productores de carbón vegetal.....	41
Figura 18.Toneladas producidas mensualmente por edad	52
Figura 19.Estacionalidad de la producción anual de carbón vegetal	53
Figura 20 Costos de operación asociados a la obtención de materia prima.....	60
Figura 21 Costos de operación asociados a la producción de carbón vegetal ..	61

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Antecedentes

A nivel mundial, más del 50% de la madera extraída de los bosques se destina a la generación de energía. Esta producción no solo es crucial como fuente energética, sino que también tiene un profundo impacto económico, social y ambiental. Millones de personas dependen de la madera, principalmente para la cocción de alimentos y la calefacción. De esta cantidad total utilizada con fines energéticos, aproximadamente una cuarta parte se destina a la producción de carbón vegetal, lo que resalta su relevancia en el contexto energético global (FAO, 2017).

El carbón vegetal como fuente de energía a nivel mundial ha mantenido su relevancia con un aumento sostenido en su producción desde 1993 al 2022. Su consumo no se limita a países con tecnologías energéticas poco avanzadas, de hecho, persiste en regiones donde existen otras alternativas energéticas modernas (FAOSTAT, 2022; Nabukalu & Gieré, 2019). Sin embargo, esta tendencia presenta consecuencias negativas para el medio ambiente, la salud humana, y en el suministro de carbón. A pesar de estos desafíos, el carbón vegetal representa una importante fuente de ingresos y seguridad energética para más de 40 millones de personas en todo el mundo (FAO, 2017; Wang et al., 2021).

Las actividades de producción y comercio de carbón vegetal en países en desarrollo se caracterizan por estar predominantemente inmersas en la informalidad. Esta situación limita el acceso a información crucial sobre los insumos utilizados a lo largo de la cadena de valor. Esta falta de transparencia es especialmente preocupante en lo que respecta al origen de la madera como materia prima. La informalidad dificulta la trazabilidad de los recursos, pero además puede afectar de manera negativa en la calidad del producto, las condiciones laborales de quienes participan en la industria, así como en la sobre explotación de los recursos (Nabukalu & Gieré, 2019).

La cadena de valor de carbón vegetal engloba la recolección y tala de madera de su fuente original, que pueden ser áreas forestales, matorrales, sistemas agroforestales, plantaciones etc., posteriormente, se incluyen actividades de transformación a través de la carbonización mediante hornos, luego el carbón vegetal es transportado y comercializado y finalmente consumido por hogares o empresas como fuente de energía (FAO, 2017).

El comercio de combustibles de madera como el carbón vegetal son una fuente de ingresos de efectivo para todos los actores a lo largo de la cadena, en particular para productores y minoristas, para quienes esta actividad representa un riesgo bastante bajo debido a que es un producto no perecedero, indiferenciado y con una demanda y precios que generalmente se mantiene estables y continuos, además, el carácter informal del sector, permite que diferentes actores ingresen con facilidad al mercado, como productores, mayoristas, transportistas y minoristas (Schure et al., 2013).

El fácil acceso al mercado de carbón vegetal genera una desmedida competencia en el sector, contribuyendo a que los productores tengan que ajustar sus precios para poder competir, lo que resulta en una baja remuneración del trabajo y los márgenes de beneficio a lo largo de la cadena tiende a reducir, principalmente en la etapa de producción (Mensah et al., 2024).

Con la finalidad de mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de la cadena de valor, se han planteado estrategias destinadas a mejorar prácticas y tecnologías que aumenten la eficiencia en la producción de carbón vegetal. Estas estrategias incluyen promover la comercialización y consumo de carbón vegetal de manera sostenible. Mediante esto se busca la creación de políticas gubernamentales que regulen esta actividad, mediante las cuales los actores de la cadena cuenten con competencias y recursos específicos con la finalidad de garantizar la calidad del producto y una comercialización eficiente que permita alcanzar un rendimiento empresarial adecuado y competitivo en el mercado (Roosa et al., 2021).

1.2 Justificación

1.2.1 Planteamiento del problema

En México la producción y consumo de carbón vegetal es un aspecto sociocultural que ha adquirido mucha importancia como combustible en las últimas décadas, sin embargo, su uso se remonta a la antigüedad desde la edad de piedra utilizado para la cocción de alimentos, y en la edad de bronce para producir instrumentos metálicos (Ríos et al., 2017). En la actualidad su uso es en zonas rurales y urbanas en la cocción de alimentos, calefacción de hogares y como uso recreativo, siendo las principales ciudades de consumo Monterrey, Ciudad de México, Guadalajara y Puebla (Camou-Guerrero et al., 2014).

La producción y comercialización de carbón vegetal en el país es difícil de cuantificar, debido a que no se presentan patrones definidos para su elaboración y comercio, ya que para la producción y distribución se emplean diversas técnicas que se encuentran inmersas en la informalidad desde la venta inicial hasta su consumo final (Camou-Guerrero et al., 2014; Morales et al., 2018). Por lo anterior, no existen registros oficiales con respecto al consumo y la información disponible es limitada, además, se observa la existencia de un consumo simultáneo con el gas licuado de petróleo (gas LP) de manera complementaria por lo que no es posible identificar de forma específica su uso final como fuente de energía (Morales et al., 2018).

Adicionalmente, en la comercialización de carbón vegetal existe una falta de organización y estrategias por parte de los productores para incursionar en el mercado, impidiendo la comercialización directa con consumidores finales, y generando la aparición de intermediarios dentro de la cadena de valor como principal canal de comercialización, generando desventajas para los productores con respecto a los precios de venta, y por consiguiente una sobrevaloración del producto y un beneficio económico significativamente desigual a lo largo de la cadena de valor en comparación con otras actividades comerciales (Nabukalu & Gieré, 2019). Esta problemática se torna similar en México, donde los

intermediarios suelen obtener las mayores ganancias económicas en comparación con los productores (Carrillo et al., 2021).

En este contexto, se considera prudente caracterizar la cadena de valor de una empresa forestal comunitaria dedicada a la producción y comercialización de carbón vegetal, así como estimar costos de producción asociados, que permitan evaluar la viabilidad económica de la actividad, para contar con bases que contribuyan a identificar factores de la cadena de valor, que posibiliten el planteamiento de propuestas de intervención encaminadas a maximizar la rentabilidad y eficiencia operativa de esta actividad productiva.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Analizar la cadena de valor de la producción de carbón vegetal en un contexto comunitario identificando actores clave y evaluando la viabilidad económica de la actividad, a través de una sociedad silvícola como estudio de caso, que permita plantear propuestas de intervención y contribuir a maximizar la rentabilidad y eficiencia operativa de la producción y comercialización.

1.3.2 Objetivos particulares

1. Identificar actores y actividades clave en la cadena de valor de la producción de carbón vegetal con la finalidad de comprender las funciones que realiza cada actor obteniendo así un panorama integral que facilite la identificación de oportunidades y desafíos que puedan influir en la producción y comercialización del carbón vegetal.
2. Evaluar la viabilidad económica de la producción de carbón vegetal con la finalidad de obtener información sobre la sostenibilidad de la actividad a largo plazo contribuyendo así con los productores en la toma de decisiones informadas sobre su inversión.

3. Realizar propuestas de intervención que contribuyan a maximizar la rentabilidad y eficiencia operativa de la producción y comercialización de carbón vegetal.

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Qué actores conforman la cadena de valor de la producción de carbón vegetal y cuáles son sus características específicas?
- ¿La producción de carbón vegetal bajo manejo forestal comunitario es una actividad económicamente viable para los productores?
- ¿Cómo se puede mejorar la viabilidad económica y financiera de la producción de carbón vegetal que se encuentra bajo un esquema de manejo forestal comunitario?

1.5 Hipótesis

Hipótesis 1: La cadena de valor de la producción de carbón vegetal se encuentra con una fuerte presencia de intermediarios en el proceso de comercialización, debido a un limitado conocimiento del mercado que poseen los productores.

Hipótesis 2: La producción de carbón vegetal bajo esquema de manejo forestal comunitario no es viable económicamente para los productores, debido a la alta demanda de mano de obra no remunerada en el proceso de producción.

Hipótesis 3: La viabilidad económica de la producción de carbón vegetal bajo un esquema de manejo forestal comunitario puede mejorarse a través de la implementación de tecnologías modernas y la incursión en nuevos canales de comercialización.

1.6 Estructura del documento de titulación

El presente trabajo de investigación se encuentra dividido en seis capítulos, los cuales se representan en la Figura 1. El primer capítulo se encuentra conformado por la introducción general del tema, en donde se abordan los antecedentes,

justificación, planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, preguntas de investigación e hipótesis. Al final del capítulo se presenta la estructura capitular del documento.

En el segundo capítulo se aborda el marco teórico- conceptual en donde se exponen las principales teorías y conceptos utilizados para dar sustento y poder entender los resultados derivados de la investigación.

El tercer capítulo está compuesto por el marco referencial en donde se da un contexto general de lo que conlleva la producción de carbón vegetal en México desde la perspectiva del manejo forestal.

El cuarto capítulo es derivado de los capítulos anteriores y se trata de la metodología realizada para llevar a cabo la recolección de la información y la descripción de materiales y métodos implementados para el desarrollo de la presente investigación.

En el quinto capítulo se presentan los resultados derivados de la investigación, así como una discusión de estos. Este apartado se conforma de tres secciones: 1) La caracterización de la cadena de valor del carbón vegetal, 2) Viabilidad económica de la producción y 3) Propuestas de intervención.

Por último, en el capítulo sexto se presentan las conclusiones del trabajo de investigación y finalmente en el séptimo capítulo se plasman las limitaciones del estudio.



Figura 1 Estructura del documento de titulación

Fuente: Elaboración propia.

II. MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

2.1 Cadena de valor

El concepto de cadena de valor fue introducido por Porter (1987), quien la define como una herramienta utilizada como un medio sistemático para diagnosticar la ventaja competitiva de una empresa, e identificar los medios de mejora dentro de la misma. A través de la división de actividades relevantes que la empresa lleva a cabo para diseñar, producir, comercializar y distribuir sus productos.

El análisis de cadena de valor, de acuerdo con Porter (1987), empieza a partir de la identificación de dos factores de la ventaja competitiva, el liderazgo en costes o la diferenciación. La ventaja competitiva tiene que ver con la capacidad que tiene una empresa de realizar una actividad exclusiva o más eficiente, que es de importancia para los clientes y en contraste con sus competidores. El liderazgo en costes bajos o la diferenciación son dependientes de las actividades que la empresa desarrolla, y al separarlas de forma estratégica en ciertos grupos de

importancia se puede obtener información necesaria para entender la dinámica de los costes e identificar aquellas fuentes existentes o potenciales de diferenciación.

La cadena de valor genérica está conformada por tres elementos básicos, por medio de los cuales tiene lugar el análisis de redes, siendo estas las actividades primarias o principales, las actividades de apoyo o soporte, y el margen (Figura 2).

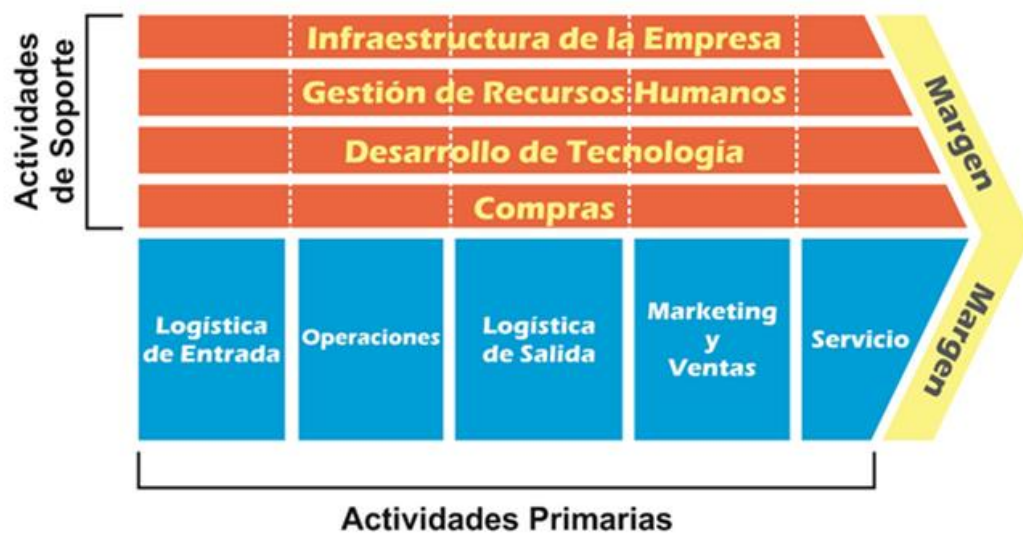


Figura 2. Diagrama de la cadena de valor

Fuente: Porter (1987)

Como se expone anteriormente, el análisis de cadena de valor propuesto por Porter (1987) se centra principalmente en el análisis de las actividades internas de la empresa, y no en un desarrollo económico más amplio (Neven, 2015). Sin embargo, con el paso del tiempo el concepto de cadena de valor a tomado otro enfoque que hace referencia a la relación de múltiples empresas interconectadas que crean valor a un producto (Hartwich & Kormawa, 2009). Mostrando con ello la importancia de los vínculos existentes entre empresas a lo largo de la cadena de valor (Humphrey & Navas-Alemán, 2010).

El análisis de la cadena de valor describe las actividades que un producto o servicio siguen desde su concepción hasta llegar al consumidor final (Kaplinsky & Morris, 2000). Cada una de estas actividades constituyen un eslabón y cada uno de ellos cambia significativamente de acuerdo al tipo de industria, al mismo tiempo pueden ser realizados por una o varias empresas (Kaplinsky, 2000).

A través de la identificación de los eslabones, es posible reconocer aquellas actividades que aportan valor para los consumidores finales, así como las actividades de apoyo relacionadas. Este proceso ayuda a determinar costos asociados a cada actividad dentro del proceso productivo, facilitando así la comprensión de la estructura de costos dentro de la empresa, lo que contribuye con realizar un análisis de costos que permita mejorar la eficiencia tecnológica y económica de una empresa, grupo de empresas o cierto sector en particular (Quintero & Sánchez, 2006).

El estudio de cadenas de valor tiene como objetivo entender el funcionamiento y la participación efectiva de los diferentes actores en ellas. Es una fuente importante de información para los responsables de la formulación de políticas, ya que contribuye con la identificación de problemas que afectan el rendimiento de la cadena de valor en su totalidad. A su vez, permite promover que los actores interesados participen en la resolución de problemas a través de su diagnóstico, fomentando así vínculos más efectivos entre los actores (Hartwich & Kormawa, 2009; Humphrey & Navas-Alemán, 2010).

Humphrey & Navas-Alemán (2010) proponen que existen diferentes tipos de intervenciones dentro de las cadenas de valor para mejorar su eficiencia; sin embargo, consideran que estas se reducen principalmente a cuatro:

1. Trabajar con el eslabón más débil. Mediante esta intervención se pretende identificar y dar solución a problemas que puedan existir en cada eslabón de la cadena, ya que, la eficiencia de cada eslabón en particular determina el desempeño de la cadena en su totalidad.

2. Mejorar flujos de conocimientos y recursos. Dentro de la cadena de valor es común que los flujos de conocimiento y de información no se transmitan de manera eficaz entre los actores, esta falta de información tiende a generar que las empresas no comprendan lo que demandan sus clientes y que los proveedores no realicen las actividades que les corresponden de manera óptima, debido a esta escasez de información. Por lo que el flujo de recursos, como el crédito o el apoyo técnico de los compradores a los proveedores, pueden tener un impacto importante a lo largo de la cadena de valor. El mejoramiento de flujos de conocimiento e información dentro de la cadena puede abordarse desde intervenciones que involucren a actores en otros puntos de la cadena.
3. Mejorar vínculos. Las relaciones entre los actores de la cadena de valor va mas alla que de una transacción de compra y venta de productos, ya que implica compromisos y riesgos, en donde la confianza es crucial. En este sentido, las intervenciones van dirigidas a generar lazos de confianza entre los actores, mediante iniciativas para fomentarla a través de la reputación de las empresas, así como el establecimiento de mecanismos para la gestión de riesgos. Estas intervenciones se encuentran estrechamente relacionadas con el mejoramiento de flujos de conocimientos y recursos.
4. Desarrollar eslabones nuevos o alternativos en la cadena. El funcionamiento de la cadena se debe a la eficiencia de los eslabones en particular, por lo que las intervenciones en la cadena pueden identificar vinculos alternativos que favorezcan la eficiencia de esta.

2.2 Red de valor

Una red es una estructura que representa a un conjunto de nodos vinculados entre sí por medio de procesos específicos, los cuales permiten la comunicación y la colaboración entre dichos nodos. En este sentido, la red de valor puede ser concebida como un conjunto de unidades que trabajan de manera independiente,

pero coordinada, persiguiendo objetivos específicos a través de la aplicación de principios y acuerdos comunes para su funcionamiento. Por lo tanto, el desempeño y evolución de la industria está estrechamente relacionada con la estructura de la red que conforma (Hakansson & Ford, 2002; Peppard & Rylander, 2006).

La red de valor es una herramienta que permite llevar a cabo el análisis de la cooperación entre los actores que la componen, con la finalidad de generar riqueza. Por lo que una integración y coordinación eficiente entre los actores de la red es fundamental para una mayor competitividad. La red de valor es aquella que se encuentra articulada alrededor de una empresa o agroindustria, por ende su competitividad se basa en factores como: conocimiento del mercado y demandas de consumidores, proveedores de insumos y servicios, así como la oferta de bienes públicos (investigación, infraestructura de comunicación, servicios de extensionismo, políticas de crédito, regulación del mercado etc.) (Muñoz, 2010).

Con base al planteamiento realizado por Nalebuff & Branderburger (1996), alrededor de un negocio o empresa se identifican cuatro principales actores integrando la red de valor: clientes, complementadores, proveedores y competidores. Sobre el eje vertical de la red se encuentran conectados clientes y proveedores de la empresa, haciendo referencia al sentido que siguen los recursos como materias primas, pasan a la industria para la creación de un producto o servicio y posteriormente pasan a sus clientes, mientras que el flujo efectivo sigue una trayectoria inversa.

Por su parte en el eje horizontal se encuentran los complementadores y competidores, un actor en la red actúa como Complementador cuando permite que los clientes valoren más el producto o servicio por las acciones realizadas por este actor, mientras que un actor es considerado competidor cuando los clientes valoran menos el producto o servicio generado por la agroindustria al tener la posibilidad de acceder a otros bien o servicio ofrecido por otra empresa (Figura 3) (Muñoz & Santoyo, 1996).

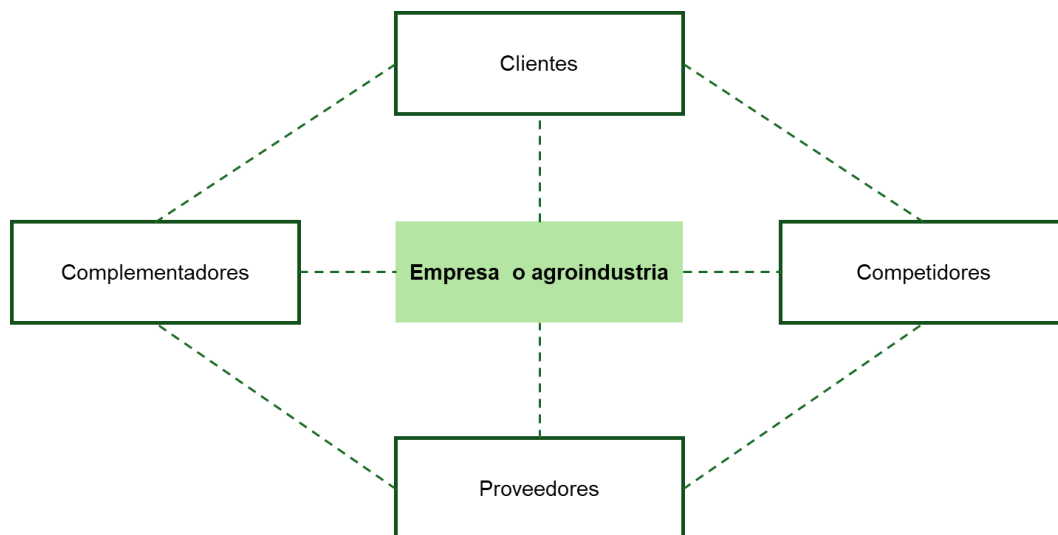


Figura 3. Diagrama de la red de valor

Fuente: Con base en Nalebuff y Branderburger (1987)

Por su parte, Barrera et al., (2013) define y describe a los actores que conforman la red de valor de la siguiente manera:

Proveedores. Son personas o empresas encargadas de suministrar insumos (recursos o servicios) a una empresa. Los proveedores tienen un papel fundamental dentro de la red de valor de una empresa debido a su contribución en la articulación productiva de las empresas que participan en la red y la alta capacidad de negociación que poseen. Por lo que juegan un rol crucial al proveer recursos necesarios y participar directamente en la cadena de suministro.

Complementadores. Son aquellos actores que figuran dentro de la red como industrias de apoyo, donde se aprecia la participación de dependencias gubernamentales, centros de investigación, instituciones gubernamentales y organizaciones civiles, los cuales proveen a la empresa de asistencia técnica, capacitación y financiamiento. El gobierno como proveedor tiene una participación relevante, pues debe asegurarse de ser proveedor de instituciones que proporcionen servicios de manera eficiente y oportuna, regule procesos de

organización y mecanismos de control para brindar confianza y seguridad a los consumidores.

Clientes. Se ubican en la determinante de las condiciones de la demanda, dado que su poder de negociación sobre el precio y la calidad está determinado por la existencia de productos sustitutos, el volumen de compras, la escasa diferenciación del producto, etc. Estos actores son los que determinan la demanda debido a que poseen un alto nivel de negociación en relación con el precio y la calidad del producto o servicio, dado que está determinado por la existencia de productos sustitutos, volúmenes de compras, etc.

Competidores. Son aquellos actores tales como organizaciones o empresas que compiten dentro del mercado, específicamente aquellas que producen bienes y servicios similares en términos de utilidad y función de un producto. Estos actores se consideran dentro de la estrategia, estructura y rivalidad empresarial para el análisis de las empresas competidoras potenciales y la intensidad de dicha competencia.

Finalmente, la red de valor es concebida como una forma de organización de un sistema productivo en donde se observan actores económicos y diferentes instituciones que se encuentran trabajando en conjunto con la finalidad de obtener riqueza tanto para dichos actores, como para el territorio en el que se encuentra la industria, por medio de la colaboración, compartiendo recursos y conocimientos para aumentar la eficiencia y competitividad (Muñoz, 2010).

2.3 Costos de producción

El costo se refiere al valor que tienen los factores de producción (insumos) utilizados en la creación de un producto o servicio, desde la obtención de materias primas hasta el producto final. En este sentido, la estimación de costos de producción es un indicador utilizado para evaluar la eficiencia y rentabilidad en un proceso productivo (Lagrell et al., 2012).

La estimación de costos es una fuente de información que contribuye con la toma de decisiones y la planificación dentro de la empresa, en el control de las actividades que se llevan a diario, a su vez, motiva a los miembros de la empresa a perseguir los objetivos generales y específicos de cada actividad realizada, así como para evaluar y analizar el rendimiento de cada unidad de la empresa (Sagarnaga-Villegas et al., 2014)

En general, la información obtenida sobre costos de producción contribuye con las evaluaciones de las operaciones realizadas en términos económicos. Permitiendo al productor cuestionar las actividades realizadas, así como compararlas con otras con características similares. Motivando a las empresas a buscar estrategias encaminadas a ser más eficientes para alcanzar objetivos y metas que contribuyan con la rentabilidad de esta. A su vez, brinda información importante para técnicos, extensionistas y diseñadores de políticas que permita evaluar las decisiones en términos de eficiencia y rentabilidad (FAO, 2016).

2.4 Competitividad y rentabilidad financiera

La competitividad es definida como la capacidad de una empresa para mantenerse en el largo plazo, para ello necesitan ofrecer un producto o servicio que posea características que permitan ofrecer algo mejor en contraste con sus competidores. Estas características se basan en la capacidad de la empresa para crear valor. El valor se refiere a la cantidad que los compradores están dispuestos a pagar por el producto o servicio. Para que una empresa pueda ser competitiva, el valor de su producto o servicio debe ser mayor al costo de producirlo (Porter, 1987).

Así la competitividad de una empresa se puede entender como la posición que esta ocupa en comparación con sus competidores, esta comparación contribuye a entender la funcionalidad de la misma en el entorno en el que se desempeña en donde tiene lugar la generación de valor realizada por la empresa, es decir, su capacidad de generar utilidades, su renta, su beneficio, excedente financiero, económico o flujo de efectivo positivo (Cano et al., 2013).

La rentabilidad de una empresa se refiere a su capacidad para generar utilidades en relación con sus costos. Esta medida contribuye a obtener información sobre la eficiencia de la empresa en la generación de beneficios económicos (Morillo, 2001). En este sentido, el cálculo de la relación beneficio costo, es una herramienta utilizada para determinar la rentabilidad de cualquier actividad productiva y consiste en comparar los costos totales asociados a dicha actividad y los beneficios derivados de la misma, considerando un resultado favorable cuando el cociente obtenido es mayor a uno (Jácome & Carveche, 2017).

2.5 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son definidos como aquellos beneficios obtenidos de los ecosistemas, mismos que contribuyen con el bienestar humano (Millennium Ecosystem Assessment-MEA, 2005). En la literatura existen diferentes conceptos para definir los servicios ecosistémicos; sin embargo, no existe una definición ampliamente aceptada que aborde todas las características de estos servicios (Avendaño-Leadem et al., 2020).

El enfoque de servicios ecosistémicos permite identificar beneficios tangibles e intangibles obtenidos por los seres humanos que, por lo general, han pasado desapercibidos. En este sentido, la evaluación de los ecosistemas del Milenio llevó a cabo una clasificación del tipo de beneficios que proporcionan los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment-MEA, 2005).

- Servicios de soporte: Son aquellos que son necesarios para facilitar la producción y mantenimiento de todos los servicios ecosistémicos y son la base para el desarrollo de otros procesos, por ejemplo: Ciclo del agua, ciclo de nutrientes, biodiversidad.
- Servicios de aprovisionamiento: Son productos tangibles necesarios para satisfacer las necesidades humanas y mantener la producción de bienes, por ejemplo: alimentos, madera y agua.
- Servicios de regulación: Son servicios que regulan los procesos dentro del ecosistema, por ejemplo: la polinización.

- Servicios culturales: Son aquellos servicios intangibles que los ecosistemas proporcionan a la sociedad y contribuyen al bienestar social, psicológico, físico, por ejemplo: valores estéticos, como paisajes naturales y recreativos, como el ecoturismo y otras actividades al aire libre.

Uno de los principales objetivos de este enfoque es poder valorizar económicamente los servicios tangibles e intangibles proporcionados por los ecosistemas y sean considerados y reconocidos con la finalidad de que los responsables de la creación de políticas públicas tengan información disponible para la toma de decisiones en la gestión de los recursos naturales (Larreta et al., 2010).

III. MARCO REFERENCIAL

3.1 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, son un conjunto de objetivos adoptados en 2015 por los países miembros de las Naciones Unidas. Estos objetivos contienen una agenda global ambiciosa con la intención integrar tres dimensiones esenciales del desarrollo sostenible como son la económica, social y ambiental con el fin de combatir la pobreza extrema proporcionando una ruta articulada para la formulación y diseño de políticas mundiales (Gil, 2017).

Los ODS son un conjunto de 17 objetivos y 169 metas que plantean acciones sistemáticas interrelacionadas que contribuyan con el desarrollo sostenible afrontando problemas importantes como la desigualdad y la pobreza extrema, el consumo insostenible de recursos y el daño al medio ambiente, además de ser utilizados como una herramienta de seguimiento para los países tanto a nivel nacional como local (Gil, 2017; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 2018).

En este sentido, la presente investigación se alinea en el objetivo 15 vida de ecosistemas terrestres el cual busca proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques,

luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. Aportando directamente a las siguientes metas e indicadores:

- 15.1 De aquí a 2020, asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales
 - 15.1.1. Superficie forestal en proporción a la superficie total
- 15.2 Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.
 - 15.2.1. Avances hacia la gestión forestal sostenible
- 15.4 Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible
 - 15.4.1. Lugares importantes para la biodiversidad de las montañas incluidos en zonas protegidas

3.2 Manejo forestal en México

En el pasado, el aprovechamiento de recursos forestales fue principalmente para la producción de madera y energía (leña y carbón). Este aprovechamiento realizado en algunos casos de forma excesiva y sin considerar aspectos ambientales, ecológicos, sociales y económicos, trajo consecuencias como la pérdida significativa de superficies de bosques, selvas y matorrales. Por lo que para el siglo XXI las actividades de aprovechamiento fueron orientadas a realizarse de manera sustentable, bajo un sistema multiobjetivo mediante el cual se incluyen estos factores con el objetivo de aumentar servicios, beneficios económicos y la salud de los ecosistemas para su desarrollo, y mejorar la calidad de vida de la sociedad (Walton, 1982).

En este sentido, el manejo forestal sustentable en México es definido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018) como un proceso de acciones y procedimientos con el objetivo de ordenar, cultivar, proteger, conservar, restaurar y aprovechar recursos y servicios ambientales de áreas forestales. Estas son acciones basadas en principios ecológicos, para evitar poner en riesgo la capacidad productiva de estos ecosistemas y de los recursos existentes en los mismos, tanto en el corto como en el largo plazo. La ley también establece las actividades, criterios, reglamentos y normas que se deben considerar para garantizar un aprovechamiento de los recursos forestales de manera sustentable.

3.2.1 Superficies bajo manejo forestal maderable en México

En el año 2018, México registró una superficie forestal bajo manejo de alrededor de 6,078,986 hectáreas, concentradas principalmente en los estados de Chihuahua, Durango, Sonora, Quintana Roo, Jalisco, Oaxaca, Campeche y Guerrero (Figura 4). Estos estados representan conjuntamente un 80.3% del total de la superficie bajo manejo en el país (SEMARNAT, 2018).

Como se observa en la Figura 5 esta superficie es caracterizada en su mayoría por ser propiedad ejidal con un 60.7%, seguida por la propiedad particular con 27.1% y, finalmente, la propiedad comunal con 12.2%. es decir, que la superficie forestal bajo manejo para el aprovechamiento de recursos forestales es realizada en tierras de carácter colectivo, por comunidades agrarias. Derivado de lo anterior, a nivel mundial, México ocupa el primer lugar en poseer el mayor número de empresas forestales comunitarias y bosques comunitarios (Bray et al., 2003; SEMARNAT, 2018)



Figura 4. Superficie forestal bajo manejo por estado (2018) (hectáreas).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Anuario estadístico de la producción forestal 2018.

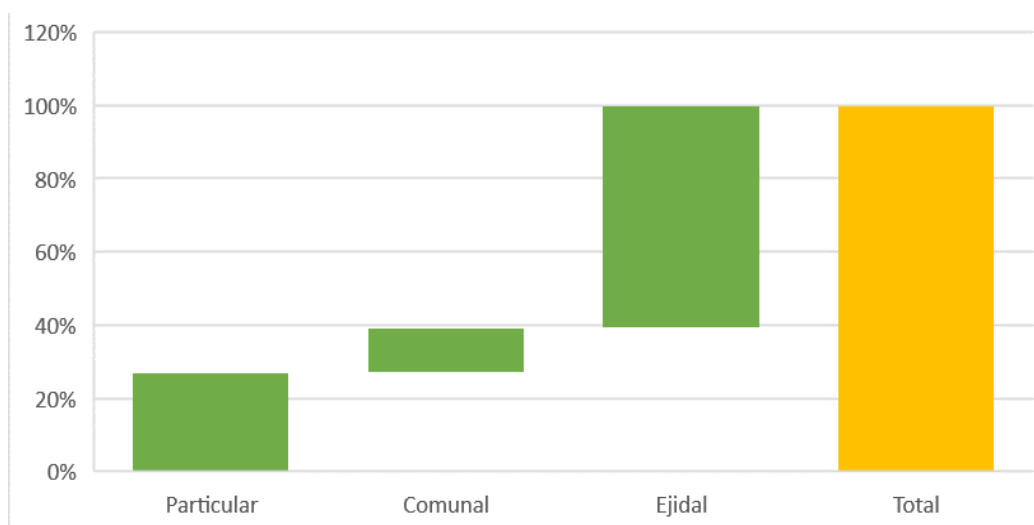


Figura 5. Superficie bajo manejo forestal por tipo de propiedad (2018) (por ciento).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Anuario estadístico de la producción forestal 2018.

En cuanto a volúmenes de extracción autorizados por estado, destacan Chihuahua (35,115,324 m³ vta.), siendo esta la entidad con mayor volumen autorizado hasta ese año, seguida de Durango (30,155,946 m³ vta.) y Oaxaca (13,417,446 m³ vta.). Sin embargo, los principales estados productores

reportados fueron: Durango (30.2%), Chihuahua (19.9%), Oaxaca (9.5%), Veracruz (6.1%) y Michoacán (5.4%), contribuyendo con el 71.1% de la producción maderable total nacional (Figura 6). El principal destino de la madera obtenido es la producción de escuadría, como se observa en la Figura 7 (SEMARNAT, 2018).

La escuadría como la chapa, triplay, postes y morillos son utilizados comúnmente en actividades de construcción y carpintería. Sin embargo, también se puede observar que la madera extraída tiene otros usos significativos, tales como la producción de productos celulósicos utilizados en la industria papelera, así como una fuente importante de combustible (leña y carbón vegetal).



Figura 6. Principales estados con producción maderable (2018) (porciento).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Anuario estadístico de la producción forestal 2018.

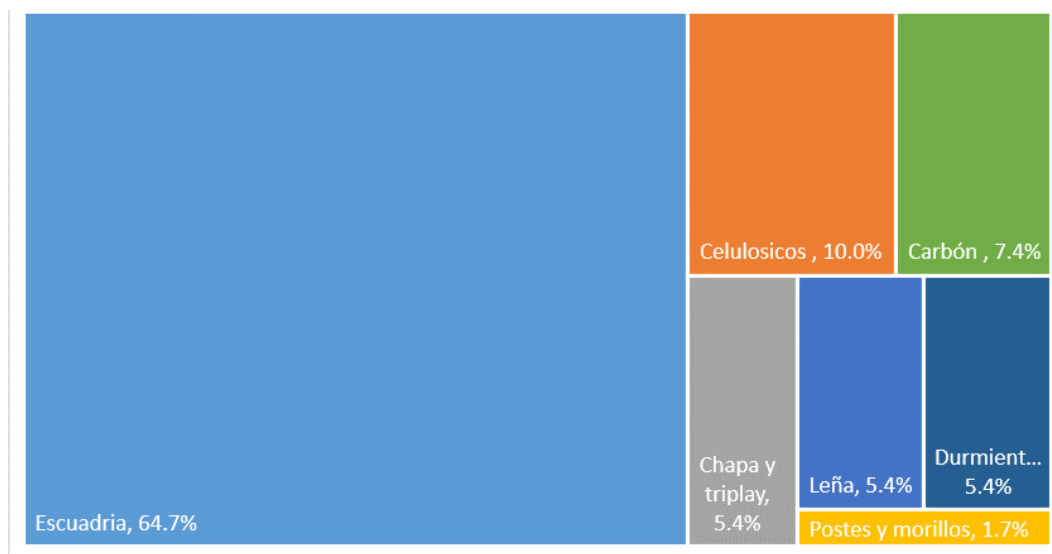


Figura 7. Principales destinos del volumen de madera extraído (2018) (porciento).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Anuario estadístico de la producción forestal 2018.

3.2.2 Producción y consumo de madera como combustible

La biomasa forestal utilizada para la producción de energía tiene dos principales usos: como combustible no procesado, es decir, como leña, destinada principalmente en la cocción de alimentos y calefacción, y como combustible procesado, a través de su transformación a astillas, briquetas, pellets y carbón vegetal (GIZ, 2014).

En 2020 la producción de combustible de madera en el mundo fue de 1,928 millones de m³, destaca la India con una producción de 301 millones de m³ (15.6%), China tuvo una producción de 156 millones de m³ (8.1.%), Brasil, Etiopía y República Democrática del Congo tuvieron una producción de 325 millones de m³ (16.8%), México tuvo una producción de 38.4 millones de m³ (2%) (FAO, 2023) y a nivel mundial se ubicó en el lugar 11.

En México, el 12.8% de la madera extraída de las áreas bajo manejo forestal es utilizada como fuente de energía a través de leña y carbón vegetal (SEMARNAT, 2018). En el año 2021, se registró una producción de 329,239 m³ de leña y 418,330 m³ de carbón vegetal como combustible. Lo anterior representó una disminución del 22.3% en la producción de leña y del 11.13% en la producción

de carbón vegetal con respecto al año anterior, debido a la contracción en el mercado como resultado de la pandemia por COVID-19 experimentada a nivel mundial en el año 2019 (CONAFOR, 2021).

3.2.2.1 Carbón vegetal como fuente de energía

El carbón vegetal es un producto forestal obtenido como el residuo sólido que queda al someter la madera a una combustión incompleta en condiciones controladas en un espacio cerrado, como son los hornos de carbón. El control es principalmente en la entrada y salida de aire al horno durante el proceso de pirólisis. Con este proceso se evita que la madera se queme por completo, a diferencia de la quema convencional de leña. En los hornos el proceso evita que la madera se convierta en cenizas, como sucede al someterla a fuego convencional, ya que se realiza una descomposición química para formar el carbón vegetal (FAO, 1983).

El carbón vegetal es un producto que tiene múltiples usos, los cuales datan de hace siglos. Sin embargo, el principal es el doméstico destacando su uso en la cocción de alimentos y calefacción, y en menor medida su uso industrial en actividades como secado directo o indirecto de otros productos, como combustible en la fabricación de cal y cemento, separación de metales y trabajos de fundición, pigmentación de tintas de imprenta y pinturas, fuegos artificiales, plásticos, producción de caucho y otros. El uso de este producto está vinculado con características como ser un combustible que proviene de un recurso renovable, es barato, liviano, fácil de manipular y con valores caloríficos comparables con el carbón mineral. (Soto Aguirre & Gysling Caselli, 2009)

De acuerdo con los datos reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 2020, en el periodo de 1993-2020 se registró un aumento en el consumo de carbón vegetal a nivel mundial, como se puede observar en la Figura 8. Los países que registraron la mayor producción promedio fueron: Brasil, Nigeria, Etiopía, India, y República Democrática del Congo con una producción estimada de 6,459,750; 3,632,809; 3,477,208; 2,

439,436.50; 1,853,312 toneladas producidas respectivamente (Figura 9), En ese mismo periodo fue el continente africano quien mayor producción de carbón generó, (58.5 % de la producción total mundial), seguido de América, (22.4%), Asia (17.8%), Europa con 1.2% y por último Oceanía con tan solo el 0.1% (Figura 10).

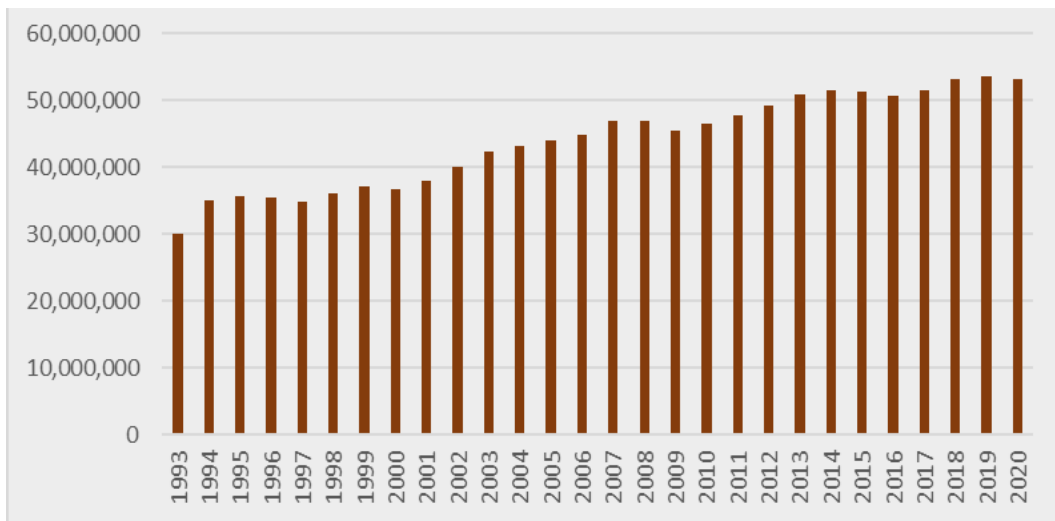


Figura 8. Producción de carbón vegetal 1993-2020 (Toneladas).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2020.

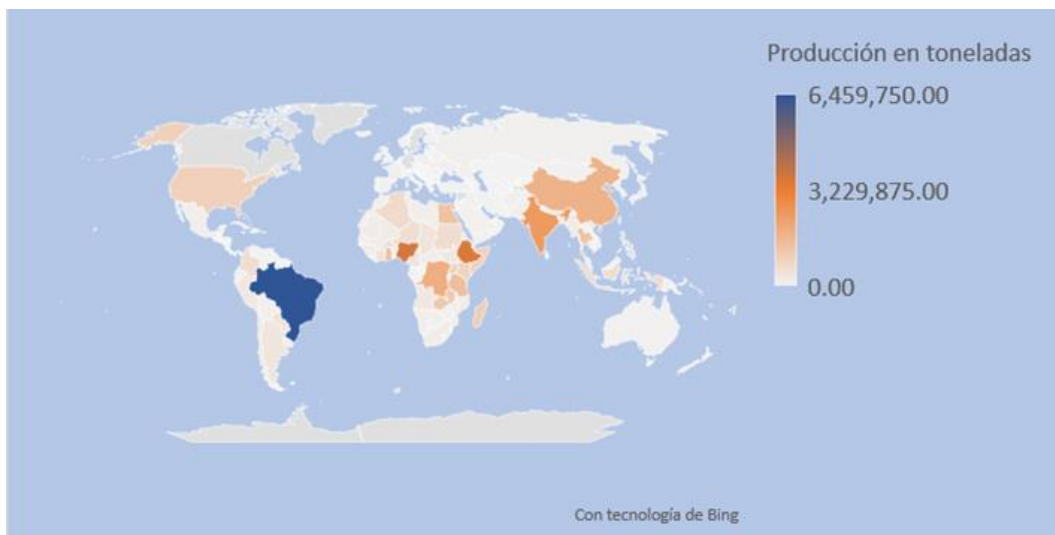


Figura 9. Principales países productores de carbón vegetal (Toneladas).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2020.

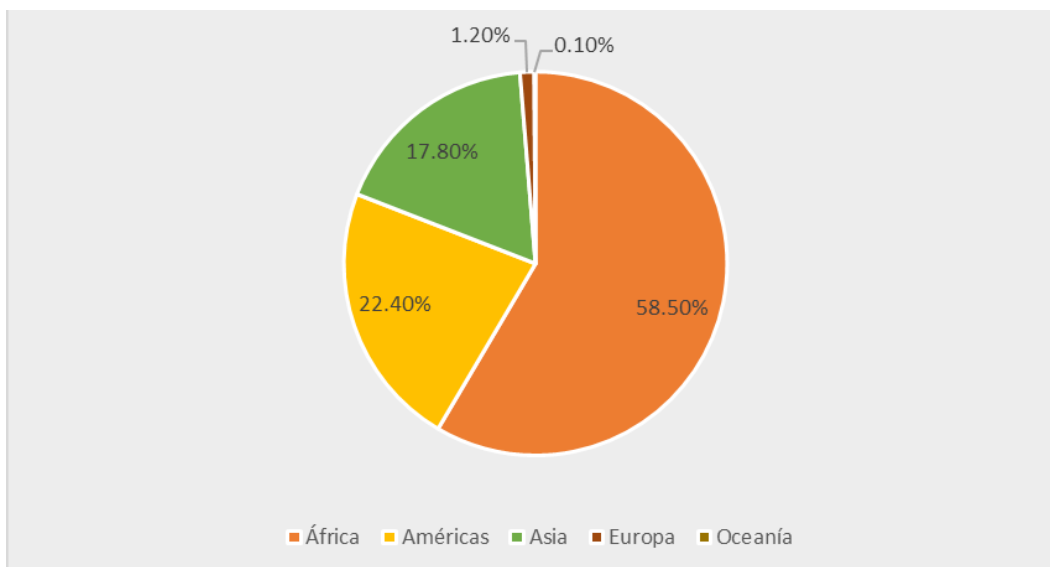


Figura 10. Producción de carbón vegetal por región 1993-2020 (Porcentaje).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2020.

En cuanto a las exportaciones realizadas a nivel mundial para el mismo periodo, se observa una tendencia que va al alza en el periodo (1993-2020), como se puede observar en la Figura 11. Mientras que la en la Figura 12 se muestra el carbón importado por región, siendo Asia la región con mayor porcentaje de importaciones a nivel mundial (36.6%), seguida de Europa (22.5%), América (19.6%), África (19.2%) y finalmente Oceanía (0.1%) (Figura 12).

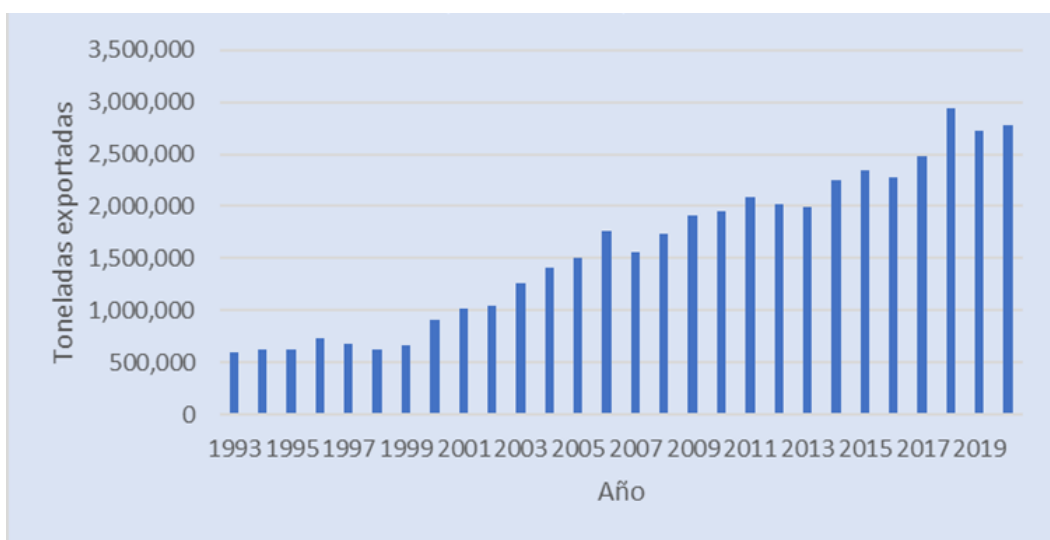


Figura 11. Exportación de carbón vegetal por región 1993-2020 (Toneladas).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2020.

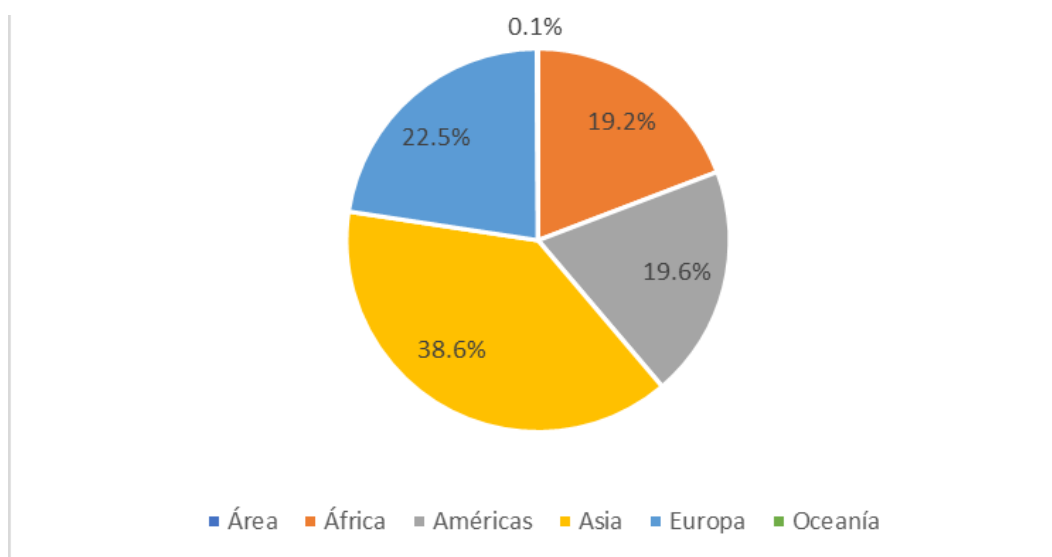


Figura 12. Carbón exportado por región (Por ciento).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2020.

Los principales países exportadores en promedio durante el mismo periodo fueron Indonesia (235,755.93 ton.), Paraguay (95,657.75 ton.), Myanmar (95,477.64 ton.), Nigeria (83,966.57 ton.) y Argentina (81,698.71) (Figura 13). Los países que representaron una mayor valoración monetaria promedio en dólares por año derivado de las exportaciones de carbón vegetal fueron Indonesia (88,122.25 US\$), Polonia (46,572.39 US\$), China (45,237 US\$), Cuba (31,842.42 US\$) y Bélgica (27,192.95 US\$).

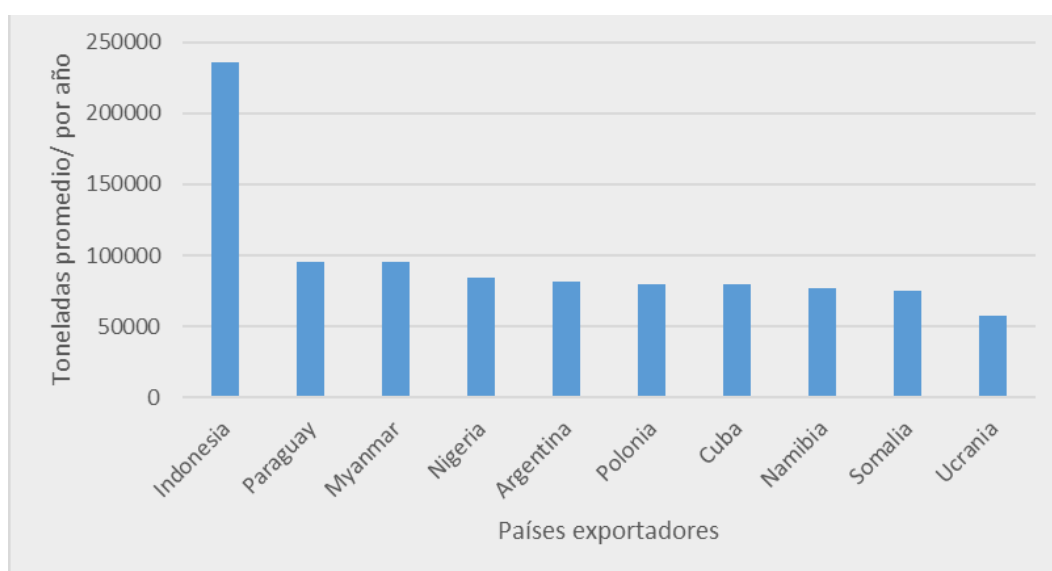


Figura 13. Principales países exportadores de carbón vegetal 1993-2020 (toneladas).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2020.

Los países que registraron las mayores importaciones fueron China con 325,422 ton., Alemania 287,897 ton., Estados Unidos 162, 937 ton., Polonia 151,559 ton. y Japón con 136, 214 ton, con una valoración económica de 84,056,000 US\$, 100,818,000 USD\$,87,710,000 US\$, 50,323,000 US\$ y 102,045,000 US\$ de acuerdo con el orden antes mencionado.

3.2.2.2 Carbón vegetal como fuente de energía en México

La producción de carbón vegetal en México se lleva a cabo con diferentes especies forestales tales como el encino (*Quercus spp.*), mezquite (*Prosopis spp.*), huizache (*Acacia spp.*), ébano (*Ebenopsis spp.*) entre otras, debido a que presentan características que favorecen a la calidad y el rendimiento, para ello también se consideran aspectos técnicos, principalmente los tipos de hornos que se emplean (Antal & Gronli, 2003). Otros factores importantes en el proceso de producción que influyen en el rendimiento y la calidad del producto son el contenido de humedad, acomodo de la madera en el horno y tiempo de elaboración (De la Cruz-Montelongo et al., 2020).

En México para el año 2018 los estados que tienen mayor producción de carbón vegetal son Durango con una producción estimada de 151,646 ton. Tamaulipas con 159,987 ton. Y Sonora 158, 073 ton., con una valoración económica de la producción de \$45,493,856, \$111,991,016 y \$122,426,017 respectivamente, siendo la principal especie utilizada el encino (*Quercus spp.*), destinando del total del aprovechamiento de la especie un 49% como combustible (leña y carbón vegetal) seguido de especies comunes tropicales (*Eucalyptus sp*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*) con un 27.1% y otras especies de latifoliadas con 67.6% destinado a la producción de carbón vegetal (SEMARNAT, 2018).

La producción de carbón vegetal es una fuente de energía importante, principalmente en los países que se encuentran en desarrollo, se calcula que la

energía de la biomasa combustible tradicional asciende a casi la décima parte del total actual de la demanda humana de energía (más que la energía hidráulica y las nucleares juntas), y los combustibles leñosos constituyen probablemente unos dos tercios del consumo en los hogares (Smith, 2006).

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el proceso productivo del carbón vegetal trae importantes consecuencias para la salud de quienes participan en su producción, así como de quienes lo utilizan provocando principalmente afectaciones respiratorias, a su vez afectaciones ambientales que se evidencia en la tala clandestina de árboles, contaminación del aire y afectaciones a la fauna y flora que habita en el sector. Estas consecuencias pueden tener un impacto menor si se incorpora a un proceso de producción sostenible, a través de la gestión y la planificación adecuada del aprovechamiento de la materia prima, así como las buenas prácticas de manejo que permitan un uso eficiente del recurso y una producción bajo una apropiada infraestructura y tecnología; lo anterior tendría un efecto positivo en el ámbito socioambiental traducido en una reducción de la migración de zonas rurales o forestales, conservación del recurso forestal y aumento en los ingresos de la población (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

De acuerdo con la FAO (2017), la ecologización del sector del carbón vegetal puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo de su cadena de valor. Esta ecologización consiste en la adopción de iniciativas ecológicas a lo largo de la cadena que contribuyan a reducir impactos ambientales negativos, a través de estrategias nacionales de crecimiento con bajas emisiones de dióxido de carbono, para ello propone algunas intervenciones, dentro de estas sobresale la gestión sostenible de los bosques, considera que la producción sostenible de madera previene casi por completo las emisiones netas de gases de efecto invernadero y permite sustituir la madera obtenida de forma insostenible por recursos gestionados de manera sostenible, el aprovechamiento de los residuos de la producción de carbón vegetal para la fabricación de briquetas como subproducto obtenidas de las cenizas restantes

del proceso de pirólisis, y una mejora de la gestión de hornos tradicionales para aumentar la eficiencia, entre otras actividades, pueden reducir de forma considerable los impactos negativos de esta actividad.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Delimitación espacial y temporal

La información para el desarrollo de la presente investigación se recopiló en los meses de junio de 2023 mediante entrevistas realizadas a diferentes actores que forman parte de la cadena de valor de la producción de carbón vegetal de la sociedad silvícola de producción rural “La Sierra de San Francisco”, los cuales constituyeron el estudio de caso, y se encuentran ubicados en el ejido San Francisco, en el municipio de Zaragoza, San Luis Potosí, México (Figura 14).

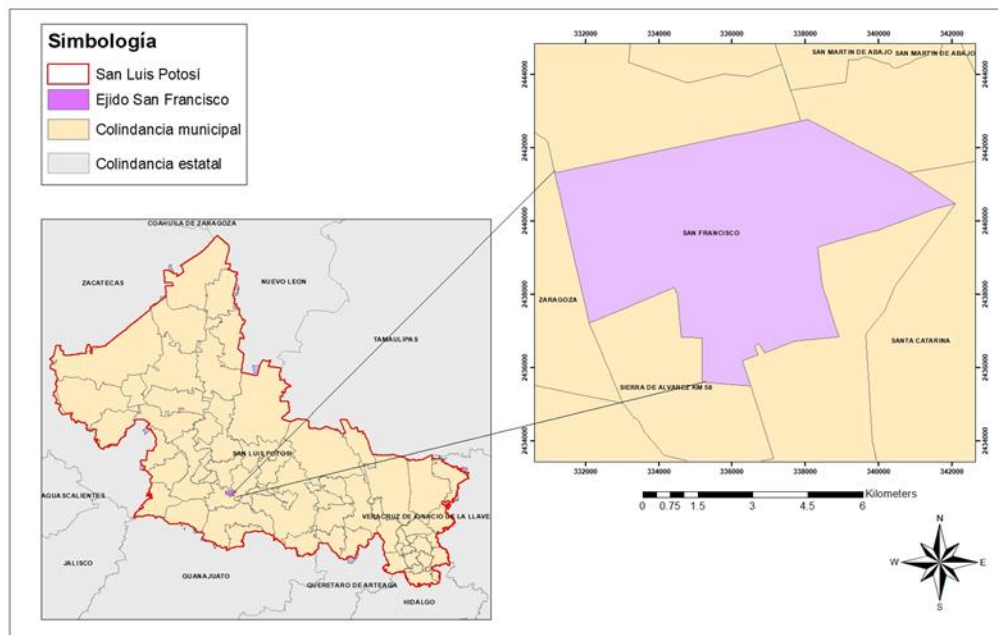


Figura 14. Mapa de ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

4.2 Fuentes de información y colecta de datos

La recolección de información para el análisis de la cadena de valor y la estimación de costos de producción para la evaluación económica y financiera de la producción de carbón vegetal fue proporcionada principalmente por productores miembros de la sociedad silvícola, constituida por 30 productores actualmente activos de los cuales el 20% participan en otros eslabones de la cadena de valor, lo que permitió obtener el resto de la información.

Las entrevistas se enfocaron en recabar información sobre características sociodemográficas de los actores, del proceso de producción, así como de las unidades de producción y canales de comercialización. A continuación, en el Cuadro 1 se sintetizan las principales variables abordadas en las entrevistas realizadas.

Cuadro 1 Descripción sintetizada de la colecta de datos para la cadena de valor de producción de carbón vegetal

Junio 2023			
Eslabón	Método de colecta	N=	Variables específicas
Proveedor	Entrevista	1	Insumos, género, edad, experiencia
Complementador	Entrevista	2	Servicios, funciones, antigüedad
Productor	Entrevista	30	Género, edad, escolaridad, fuentes de ingreso, tipo de sujeto agrario, número de integrantes de la familia, años de experiencia, fuentes de información, actividades complementarias, toneladas producidas, características de la producción, formato de venta, punto de venta, precios.
Intermediario	Entrevista	2	Género, edad, escolaridad, destino de la venta, puntos de venta, características del producto

Fuente: Elaboración propia

La recolección de información de costos de producción se realizó a través de la técnica de paneles de productores, en el que participaron 10 productores con características generales similares como se muestra en el Cuadro 2. La selección de panelistas fue realizada con el apoyo del presidente de la organización, quien fue el facilitador, y a través de un muestro no probabilístico de selección experta, los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Poseer amplio conocimiento y experiencia en el producto y actividad de interés
- Contar con información histórica sobre parámetros técnicos y costos de producción
- Denotar interés y disposición para participar en la discusión de esta información durante el panel
- Ser conocido por los demás productores como líder de opinión
- Tener unidades de producción similares en tamaño, nivel tecnológico y sistema productivo

Cuadro 2 Características generales de los panelistas para la estimación de costos de producción

Folio del productor	Escala UP (Toneladas)	Tipo de horno	Formato de venta	Comercialización
PGV01	0.6	Tierra	Bolsa	Acopiador
HMV02	3	Tierra	Costal y bolsa	Acopiador
AAT03	2	Tierra	Bolsa	Cliente final
MAB04	3	Tierra	Costal	Cliente final
JPC05	2	Tierra	Bolsa	Acopiador

HZP06	3	Tierra	Bolsa	Acopiador
JGH07	2	Tierra	Costal y bolsa	Cliente final
RPP08	2	Tierra	Bolsa	Acopiador
AHT09	0.5	Tierra	Bolsa	Acopiador
NGT10	2	Tierra	Bolsa	Acopiador

Fuente: Elaboración propia.

El panel se desarrolló en instalaciones del ejido San Francisco, el día 17 de junio de 2023; posteriormente, se realizó la validación de datos el día 01 de julio del mismo año en la localidad. La URP modelada presentó las siguientes características: Producción de carbón vegetal en una superficie de 90 hectáreas de carácter ejidal, con una posibilidad anual de 2,922.61 m³ rta. El sistema de producción es integrado, desde la obtención de la madera como materia prima hasta el embolsado del carbón vegetal y venta. El nivel tecnológico es artesanal a través de hornos de tierra, el uso de mano de obra es contratada, la venta es con acopiadores en bolsas de 5 kg a pie de monte.

El desarrollo de propuestas de intervención se realizó a partir de la información recopilada en las entrevistas con productores. Este proceso permitió identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de las actividades desarrolladas a lo largo de la cadena de valor, con un enfoque particular en las realizadas por los productores. El objetivo fue generar propuestas orientadas a maximizar la rentabilidad y eficiencia operativa en la producción y comercialización de carbón vegetal, utilizando para ello la matriz FODA.

4.3 Métodos de análisis

4.3.1 Análisis de la cadena de valor

Se realizó un análisis descriptivo y exploratorio de la cadena de valor utilizando como base la metodología propuesta por la CEPAL (2014) para el fortalecimiento de cadenas de valor como herramienta a través de la identificación de

actividades realizadas para crear valor en la producción de carbón vegetal, desde la obtención de la materia prima hasta la entrega del producto a consumidores finales, identificando cada uno de los eslabones y caracterizando a los actores que los conforman.

Sin embargo, el eslabón principal abordado en esta investigación corresponde al eslabón productores, así como unidades de producción debido a que el objetivo principal perseguido fue la identificación de áreas de mejora en el proceso productivo para favorecer la eficiencia de este, así como la reducción de costos y optimización de operaciones. Es por ello que, a su vez, se realizó un énfasis en el análisis del eslabón productor a través de la herramienta red de valor propuesta por Nalebuff & Branderburger (1996), colando a este eslabón en el centro e identificando a sus respectivos actores según su función en: Proveedores, clientes, competidores y complementadores.

4.3.2 Evaluación económica y financiera

Para la evaluación económica y financiera se estimaron costos de operación, costos generales y costos económicos con base en la metodología de la American Agricultural Economics Association's Task Force (AAEA, 2000) adaptada para México por (Sagarnaga et al., 2018).

Se calcularon ingresos totales y netos para la estimación de costos clasificados en costos desembolsados, costos financieros y costos de oportunidad de los insumos y factores empleados en la producción. Para lo anterior se consideraron las siguientes particularidades y fórmulas:

Costos de operación (CO)

En el cálculo de los costos de operación se incluyeron aquellos asociados al ciclo productivo, los cuales aumentan y disminuyen de acuerdo con el volumen de producción, y son los únicos considerados en el análisis de flujo de efectivo, y son incluidos en el análisis financiero y económico.

$$CO = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j$$

Donde:

a_{ik} = Insumo j empleado en la producción del producto i , P_j = Precio de insumo j

Costos generales

Para la estimación de costos generales se consideraron impuestos, seguros sobre créditos, depreciaciones, pago de servicios, gerenciamiento remunerado y otros. Estos costos fueron incluidos en el análisis financiero y económico.

$$CG = \sum_{k=1}^n a_{ik} P_k$$

Donde:

a_{jk} = Factor K empleado en la producción de P_i , P_k = Preci del factor k

Costos económicos

Para el caculo de los costos económicos se consideraron aquellos factores empleados en la producción incluyendo a aquellos que no son reconocidos financieramente: tierra, capital invertido en mejoras extraordinarias, mejoras ordinarias, mano de obra no remunerada y gestión empresarial, incluidos únicamente en el análisis económico.

Ingreso total

Para el cálculo de los ingresos fue calculado a través del producto del precio recibido multiplicado por la cantidad de producto obtenido, mediante la fórmula siguiente

Ingreso total (IT)

Donde=

IT= Ingresos totales

Qi= Cantidad de productos vendidos

T= Ingreso por transferencias

OI= Otros ingresos

Sin embargo, para los ingresos económicos se consideró el autoconsumo de materia prima, destinada a cubrir necesidades familiares.

Ingreso neto

$IN=IT-CT$

Donde

IT=Ingreso total

CT= Costo total

4.3.3 Formulación de propuestas de intervención

Para la formulación de propuestas de intervención, se concentró la información proporcionada por los productores en una matriz FODA, identificando los siguientes componentes:

Fortalezas: Se identificaron aspectos positivos mediante las preguntas: ¿Qué hace bien el grupo de productores? ¿Cuáles son sus recursos y capacidades únicas?

Debilidades: Se determinaron factores limitantes que obstaculizan las actividades realizadas por el grupo de productores a través de las preguntas: ¿En qué necesitan mejorar? ¿Qué recursos faltan para mejorar?

Oportunidades: Se identificaron factores que puedan ser aprovechados para mejorar las actividades realizadas por el grupo de productores, a través de la interrogante: ¿Qué elementos pueden ser utilizados para mejorar las actividades realizadas?

Amenazas: Se identificaron factores que pueden representar riesgos para el desarrollo de las actividades del grupo de productores, a través de la pregunta: ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan el grupo de productores?

Una vez identificados los componentes anteriores, se utilizó la información de la matriz FODA para desarrollar las propuestas de intervención basadas en las Fortalezas (F) en relación con las Amenazas (A) y las Debilidades (D) en relación con las Oportunidades (O). Permitiendo identificar cómo las fortalezas pueden contrarrestar las amenazas y cómo las oportunidades pueden ser aprovechadas para afrontar las debilidades.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la investigación, los cuales se exponen a través de tres apartados. En el primero se identifican y describen la estructura de los eslabones que conforman la cadena de valor del carbón vegetal. En el segundo apartado se realiza el análisis de la viabilidad económica y financiera de una unidad representativa de producción del estudio de caso planteado. Y finalmente, en el tercer apartado se plantean las propuestas de intervención con base en el análisis FODA realizado.

5.1 Caracterización de la cadena de valor de carbón vegetal

En este estudio, la identificación de eslabones y actores fue el primer paso para realizar la caracterización de la cadena de valor de carbón vegetal. En la Figura 15 se muestran los eslabones y actores que se encuentran conformando la cadena de valor; así mismo se realizó un acercamiento a través de la caracterización de la red de valor del eslabón productor. En este enfoque, los productores se situaron en el centro de la red, identificando proveedores,

competidores, clientes y complementadores con la intención de poder ahondar más en su dinámica y obtener información clave para el desarrollo de estrategias de intervención y cumplir con el último objetivo de la investigación.

Los eslabones de la cadena de valor se encuentran enlazados a través del flujo que sigue la materia prima (madera) desde su origen hasta el consumidor final. El primer nivel está conformado por los proveedores de materia prima, quienes obtienen la madera de manera legal a través del manejo forestal. A continuación, se observa el eslabón productor, quien se encarga de transformar la madera en carbón vegetal. Los siguientes niveles corresponden a los canales de comercialización identificados, en donde los productores dirigen su producción. Estos canales se diferencian principalmente por la facilidad de comercialización del producto, mientras que el destino de la producción es el mismo.

A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los eslabones de la cadena de valor, con base a las entrevistas realizadas.

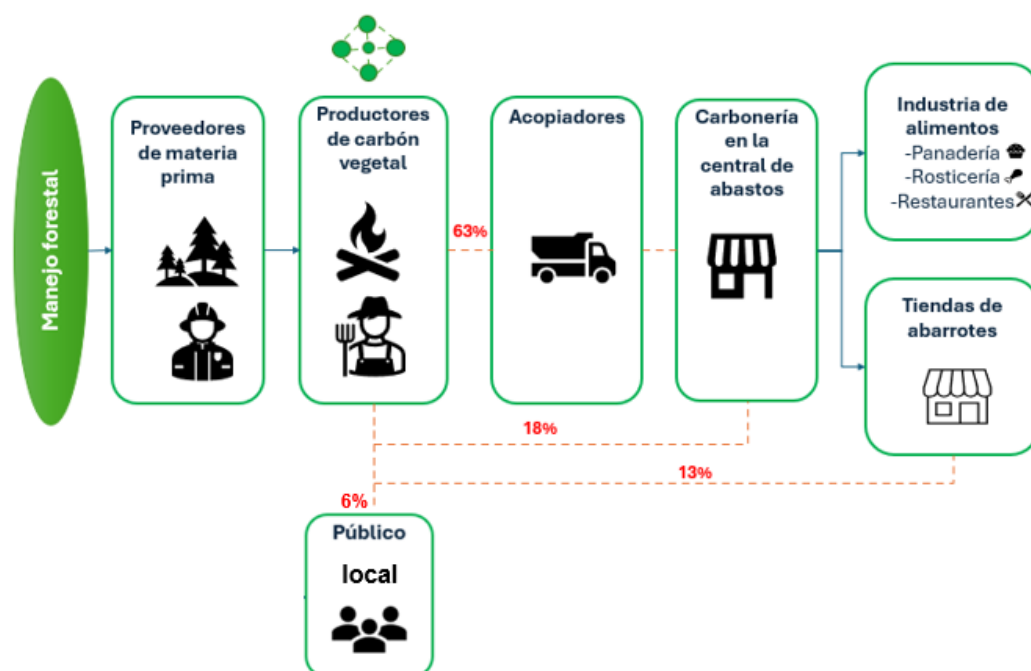


Figura 15. Cadena de valor de la producción de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

5.1.1 Bosque bajo manejo forestal

La producción de carbón vegetal requiere de madera como materia prima. Esta madera es obtenida por los productores de zonas forestales que pertenecen al ejido. La vegetación que prevalece en estas zonas es el bosque de encino, donde la cobertura forestal es mayor al 70%, con un clima semiseco templado. Para la producción se aprovechan cuatro especies del género *Quercus* (*Q. mexicana*, *Q. grisea*, *Q. dysophylla* y *Q. laeta*). De acuerdo con De la Cruz-Montelongo et al., (2020), el carbón obtenido de este género destaca por tener altos parámetros de calidad debido a las propiedades que posee la madera de encino en relación con otras especies. Aunque en otros lugares es común que utilicen otras especies como el mezquite, ébano, jabón y machiche, también asociadas a altos niveles de calidad y rendimiento (Antal & Gronli, 2003).

Usualmente, la producción de carbón vegetal, así como su comercialización se encuentran inmersas en la informalidad, debido a lo difícil que es conocer si la materia prima utilizada en el proceso de producción es obtenida de bosques gestionados adecuadamente o bien es producto de la extracción ilegal y la deforestación (Nabukalu & Gieré, 2019).

En este sentido, en el ejido analizado la producción de carbón vegetal es realizada de forma legal desde hace 23 años, lo que quiere decir que los productores cuentan con un programa de manejo forestal que avala la legalidad de la actividad en el ejido y establece los términos y condiciones que se deben tomar en cuenta de acuerdo con la ley para la extracción de la materia prima.

Además, cuentan con una certificación forestal nacional del manejo sustentable de los bosques (NMX-AA-143-SCFI-2015), lo que garantiza que las prácticas forestales se llevan a cabo de manera responsable, cumpliendo criterios ambientales, sociales y económicos establecidos.

Dentro de las actividades de manejo forestal que los productores en conjunto con el ejido llevan a cabo son: apertura de brechas corta fuego, control de plagas y enfermedades, recorridos de vigilancia para el monitoreo de incendios, monitoreo

contra actividades ilegales, detección de plagas y enfermedades, reforestación, mantenimiento de caminos forestales, entre otras.

5.1.2 Proveedores de materia prima

Cada productor se encarga de obtener la materia prima de forma individual, ya que es responsable de recolectar la madera que va a utilizar en el proceso de producción de carbón vegetal.

La cantidad de madera extraída está en función de la demanda del productor, debido a que la producción es mediante hornos de tierra, también conocidos como parvas. Para ello, cada productor determina el tamaño del horno según la cantidad de carbón que necesite producir. Aproximadamente se requieren 5 metros cúbicos de madera para producir una tonelada de carbón vegetal. No obstante, esto puede variar principalmente debido al porcentaje de humedad que contenga la madera al momento de realizar el proceso de carbonización (Proyectos Forestales y Ambientales, 2016).

En un orden cronológico, los productores realizan el derribo, desrame, troceo y arrime de los árboles para obtener la materia prima. A continuación, se describen las etapas para la obtención de materia prima.

Derribo: Tiene una duración de 1 a 2 días, consiste en el aprovechamiento de árboles completos de encino que han sido marcados por el asesor técnico previamente. La selección del arbolado es realizada mediante el método denominado “selección de árboles individuales o por grupos”. Este método consiste en el aprovechamiento de árboles de diversas edades y diámetros, principalmente aquellos que se encuentran suprimidos, secos, malformados, maduros, enfermos o plagados.

Desrame: Consiste en quitar todas las ramas que se encuentran alrededor del fuste o tronco principal con la finalidad de facilitar el troceo. Todas las ramas y hojarasca obtenidas serán de utilidad en la construcción del horno de tierra para el proceso de carbonización.

Troceo: Implica cortar el fuste o tronco principal en secciones más pequeñas y a su vez en leños, con la finalidad de facilitar el traslado al área donde se construirá posteriormente el horno de tierra.

Arrime: Esta actividad consiste en transportar la materia prima resultado del troceo (trozas y leños) y el desrame (hojarasca, y ramas) al sitio en donde se construirá el horno de tierra, el tiempo invertido en esta actividad es de alrededor de un día a dos, depende de la cantidad de carbón que el productor pretenda producir.

5.1.3 Productores de carbón vegetal

5.1.3.1 Características generales

El eslabón productor está conformado por ejidatarios organizados en una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada. Esta sociedad fue fundada en el año 2009 y el 70% de los productores que la conforman son ejidatarios legalmente reconocidos, mientras que el 30% restantes son hijos de ejidatarios que residen dentro del ejido sin derechos agrarios sobre las tierras de uso común.

La sociedad se encuentra regida por normas establecidas por la Asamblea General de ejidatarios, como se puede observar en la Figura 16, formando parte de la estructura interna del ejido. A pesar de ello, la responsabilidad del ejido se limita a supervisar que las actividades de manejo y aprovechamiento forestal se lleven de acuerdo con lo establecido en el programa de manejo, a cambio reciben una cuota por remisión otorgada para el transporte misma que avala la legal procedencia de la materia prima utilizada para la producción del carbón vegetal.

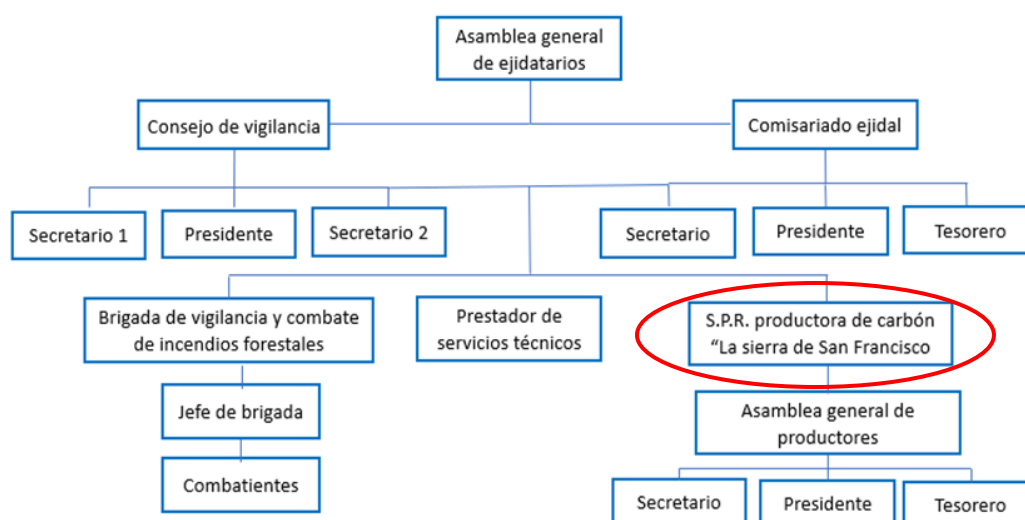


Figura 16. Organigrama interno del ejido

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Los productores que conforman la sociedad son hombres, con una edad promedio de 57 años. En particular, el 56% de ellos son considerados de edad avanzada, superando los 60 años. En cuanto a su nivel educativo, presentan un promedio de 6 años de escolaridad, lo que contrasta con el promedio de 7 años de escolaridad culminada reportada para la localidad (INEGI, 2020).

En cuanto al aprovechamiento forestal y la producción de carbón vegetal, los productores cuentan con una experiencia promedio de 23 años. No obstante, algunos de ellos poseen hasta 30 años de experiencia, ya que han heredado el conocimiento a través de sus padres y abuelos. Debido a esto, gran parte de sus vidas han estado dedicadas a estas actividades.

5.1.4 Red de valor de los productores de carbón vegetal

En la Figura 17 se muestra la red de valor del eslabón productor. Las actividades realizadas en este eslabón son referentes a la transformación de la materia prima (leña) a carbón vegetal. A continuación, se describen cada uno de los actores que se encuentran conformando la red de valor.

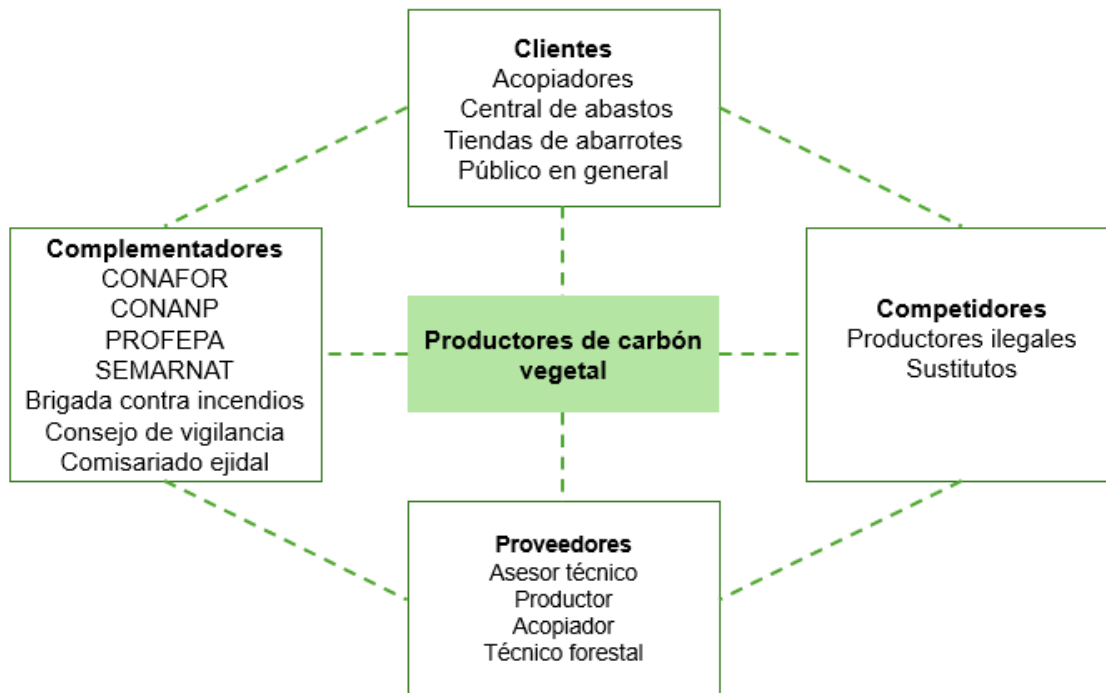


Figura 17 Red de valor de los productores de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

5.1.4.1 Proveedores

Dentro de la red de valor de los productores se identifican otros actores que proveen de otros insumos necesarios, además de la materia prima, tales como proveedores de equipo, herramientas, mano de obra, aceites, aditivos, combustibles y bolsas de empaque utilizados en el proceso de producción. A su vez, se observan proveedores de servicios como asesores técnicos que participan en el seguimiento de actividades de manejo forestal para el aprovechamiento y producción del carbón vegetal.

El principal proveedor es el propietario de una tienda de abarrotes dentro de la comunidad, quien abastece al 70% de productores con combustibles, aditivos, lubricantes y bolsas de empaque. Este proveedor adquiere estos insumos en la ciudad de San Luis Potosí, y posteriormente, los distribuye en la localidad. Además, participa en otros eslabones de la cadena de valor como productor,

siendo miembro de la sociedad silvícola. Al mismo tiempo, actúa como intermediario acopiando carbón vegetal de otros productores.

Por otra parte, el 20% de productores se traslada personalmente a la cabecera municipal para la obtención de insumos, y el 10% restante los obtiene a través de otros acopiadores, quienes les proporcionan los insumos necesarios con la finalidad de comprometer la producción.

Otro proveedor identificado es el técnico forestal, con el que los productores mantienen una relación de más de 15 años, abasteciendo de equipo y herramientas, así como brindando asistencia técnica en el manejo forestal y en el proceso productivo. Es considerado un proveedor confiable, pues provee al 100% de los productores de maquinaria y herramientas. La principal razón es la flexibilidad en los plazos de pago que brinda, la calidad de los productos y precios accesibles.

La provisión de mano de obra a lo largo de la cadena de valor es alta, debido a que el proceso de producción de carbón vegetal es realizado de forma tradicional. La mano de obra es demandada principalmente en el proceso de carbonización, en donde el horno se mantiene encendido día y noche. Por lo tanto, se debe mantener vital atención para que el proceso se realice de forma adecuada y se mantenga la calidad del carbón. Sin embargo, debido a la naturaleza comunal que guarda la producción, estos costos no son desembolsados, ya que, de acuerdo con la información proporcionada por los productores, ellos tienden a colaborar unos con otros en el proceso productivo como un apoyo entre miembros de la organización.

5.1.4.2 Competidores

De acuerdo con las entrevistas realizadas con productores, los principales competidores que identifican son los productores de ejidos vecinos, quienes obtienen la materia prima de forma ilegal. Estos competidores comercializan su producto al menudeo en los poblados cercanos y abastecen a algunas tiendas

de abarrotes de la zona. Sin embargo, por el carácter ilegal del producto que comercializan, no pueden transportarlo largas distancias.

En un nivel local, los productores de carbón vegetal no enfrentan competidores significativos; no obstante, es importante mencionar que, debido a los impactos ambientales negativos asociados a la producción de carbón vegetal, han llevado a la aparición de propuestas para sustituir este producto. Entre estas alternativas se encuentra la producción de carbón a partir de diferentes residuos tales como aserrín, pellets de madera, fibra de coco y papel comprimido, entre otros.

5.1.4.3 Clientes

En la Figura 15 se ilustran los canales de comercialización en la cadena de valor utilizados por los productores para distribuir el carbón vegetal hasta llegar al consumidor final. Según los datos obtenidos mediante las entrevistas, el 63% de los productores comercializa a través de acopiadores. De estos, el 56% conoce que los comerciantes en la central de abastos de la ciudad de San Luis Potosí son el primer eslabón al que se dirige la producción, antes de llegar a la industria alimentaria, la cual incluye restaurantes, panaderías y rosticerías como clientes finales. Otro porcentaje es destinado a tiendas de abarrotes, en donde los consumidores finales suelen ser amas de casa.

El 18% de los productores han establecido un segundo canal de comercialización, el cual implica la venta directa a carbonerías de la central de abastos en la ciudad de San Luis Potosí. Posteriormente, estas carbonerías distribuyen la producción principalmente a la industria de alimentos. Este canal de comercialización implica que los productores transporten el producto embolsado desde las áreas de producción hasta la central de abastos, por lo que el transporte figura como una limitante para el resto de los productores, ya que no cuentan con vehículos propios para el transporte de la producción.

Por otro lado, un 13% de productores ha optado por implementar un tercer canal de comercialización en donde su producción se dirige a tiendas de abarrotes encargadas de vender la producción al usuario final. Estas tiendas se encuentran

ubicadas en localidades cercanas a las áreas de producción y pueblos vecinos, lo que facilita el transporte a través de vehículos rentados o permitiendo que los compradores acudan directamente a las áreas de producción. Esta estrategia implica un menor costo de mano de obra en la carga y transporte del producto.

Finalmente, el 6% de los productores utiliza el canal menos común, el cual consiste en la venta directa al consumidor final, aunque esta estrategia de comercialización se limita a la localidad. Este canal implica únicamente el transporte de la producción embolsada de las áreas de producción hasta la comunidad, el cual es realizado principalmente por animales de carga, lo que representa un costo mínimo para los productores, quienes venden al menudeo directamente al consumidor final.

5.1.4.4 Complementadores

Se identifican tres principales complementadores, estos son la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), institución gubernamental que proporciona capacitación y asesoría técnica para mejorar prácticas de manejo forestal, conservación de suelos, reforestación, control y prevención de incendios forestales, detección y control de plagas y enfermedades entre otras. A su vez, da seguimiento al plan de manejo forestal, supervisa la implementación de buenas prácticas, brinda apoyo financiero para ejecutar proyectos encaminados a la conservación del bosque y en 2020 otorgo financiamiento a la S.P.R. para la obtención de la certificación nacional Manejo sustentable de los bosques (NMX-AA-143-SCFI-2015).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es otra institución gubernamental que actúa como Complementador brindando capacitación y seguimiento en actividades de conservación y protección de áreas forestales, además, brinda financiamiento y fomenta el ecoturismo en el ejido.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es un órgano regulador. Las actividades principales que realiza es la supervisión en el cumplimiento de normativas ambientales por parte de los productores, en el

manejo forestal, garantizando que las actividades realizadas en el aprovechamiento forestal son legales y sostenibles. Además, también ha brindado asesoramiento y capacitación a los productores sobre normativas ambientales aplicables en las actividades forestales que realizan, así como capacitación en buenas prácticas de manejo forestal y conservación de la biodiversidad.

La Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental es una dependencia gubernamental que se encarga también en la regulación y cumplimiento de las normativas ambientales en el aprovechamiento y manejo forestal, brinda educación ambiental en temas relacionados con la conservación del medio ambiente y de actividades ilícitas.

La brigada contra incendios forestales, así como el consejo de vigilancia y mesa directiva del ejido son actores importantes para la organización, ya que contribuyen con la gestión forestal a través de actividades de monitoreo y prevención de incendios, así como de conservación de flora y fauna en áreas de aprovechamiento y el ejido en general.

5.1.4.5 Características generales de la producción

5.1.4.5.1 Proceso de producción

La producción de carbón vegetal puede realizarse por medio de diferentes tecnologías y métodos. Estos están divididos en tradicionales y tecnificados. Dentro de los tradicionales podemos encontrar los hornos de tierra (tipo fosa y parvas), mientras que en los tecnificados se ubican los hornos de ladrillo y metálicos móviles (Ruiz & Mijangos - Ricárdez, 2023).

A continuación, en el Cuadro 3, se muestran los hornos más utilizados en la producción de carbón, así como características particulares, ventajas y desventajas y sus respectivos rendimientos.

Cuadro 3 Ventajas y desventajas de los hornos más comunes en la producción de carbón vegetal y su rendimiento

Hornos	Características generales	Ventajas	Desventajas	Rendimiento (%)
Tipo fosa	Consiste en excavar una fosa en el suelo, rellenar de leña, tapar con material vegetal y con una capa de tierra arcillosa, la entrada de aire es controlada mediante la apertura de orificios	-Inversión de capital mínima -insumos mínimos -buen aislamiento térmico -Puede ser utilizado muchas veces -Fácil operación -Bajos costos por transporte de materia prima	- No son movibles - Rendimiento bajo -Calidad heterogénea -Inundación por lluvias -Se necesita de suelos arcillosos -Intensa mano de obra	10 a 15%
Tipo parvas	La leña es acomodada de forma piramidal sobre el suelo, verticalmente, se cubre con una capa de material vegetal y otra capa de tierra, dejando una chimenea en la parte más alta. La entrada de aire es controlada abriendo orificios en diferentes partes del recubrimiento	-Inversión de capital mínima -Costos por transporte de materia prima nulos -Capacidad ajustable -No hay descarga -Es movable	-Intensa mano de obra -Calidad heterogénea -Bajos rendimientos -Sensible a condiciones atmosféricas	10 a 20%

Continúa...

Continúa...

Hornos	Características generales	Ventajas	Desventajas	Rendimiento (%)
Ladrillo	Son aquellos contruidos a base de ladrillos como su nombre lo indica, permiten el acomodo de manera horizontal o verticalmente, dependiendo del tipo de horno. Lo orificios de control de aire son fijados desde la construcción, durante el proceso de carbonización se abren y se cierran según sea necesario.	-Calidad del carbón homogénea, libre de impurezas -Larga vida útil -Baja demanda de mano de obra -Buen aislamiento térmico -Los cambios atmosféricos no intervienen en el proceso	- Es fijo -Altos costos por transporte de materia prima -Mayor inversión -Requiere de personal capacitado para su construcción	25%
Metálico	El diseño es cilíndrico de dos piezas y utiliza una tapa de metal. El acomodo de la leña es vertical en forma de telaraña en la parte de abajo, posteriormente, la leña puede ser colocada al azar. Durante el proceso el control de aire es realizado por chimeneas.	-Es movable -Fácil de operar -Calidad del carbón homogénea y libre de impurezas - Los cambios atmosféricos no intervienen en el proceso	-Inversión moderada -Vidal útil de 2 a 3 años -Requiere de capacitación previa - Capacidad determinada	15 a 25%

Elaboración propia con base a (Bustamante, 2011; INIFAP, 2022; Vogel, 1995)

En el presente caso de estudio, se emplea el método de producción conocido como método de parvas, también denominado por los productores como “fumaderas” o “quemadas”. Los productores argumentaron que los motivos de producir mediante este método son por tradición generacional, requiere de poca inversión y el uso de insumos es mínimo. Además, consideran que es la mejor opción para la zona de producción debido a que el relieve accidentado dificulta el transporte de materia prima y de cualquier horno movable, lo que implicaría una mayor inversión en mano de obra.

La elaboración de carbón vegetal mediante hornos de tierra realizado por los productores se lleva a cabo en seis etapas. Elección y preparación del sitio, apilado de la leña, encendido, carbonización de la madera, enfriado y embolsado. A continuación, se describe cada una de ellas.

Elección y preparación del terreno

El productor elige el sitio para la construcción del horno, considerando que debe ser un área plana, sin vegetación excesiva, y con suficiente espacio para apilar la leña, normalmente con un diámetro de 2 a 4 metros. Posteriormente, se lleva a cabo la preparación del terreno, que implica la limpieza del área, removiendo hierbas y la materia orgánica, y compactando el suelo mediante el apisonado. El terreno preparado adquiere una forma circular, que se mantiene para el apilado de la leña.

Apilado de leña

El apilado de la madera se inicia colocando dos troncos verticalmente en el punto central del área preparada, mismos que actuarán como chimenea. Luego se colocan los troncos más gruesos alrededor, rellorando los espacios vacíos con ramas delgadas para garantizar que la transmisión de calor sea eficiente, homogénea y rápida. Si la madera que ha sido apilada no está lo suficientemente seca, el productor la deja reposar unos días.

Posteriormente, cubre la madera con hojarasca. Esta capa actúa como una barrera para evitar que la tierra utilizada para recubrir el apilado penetre al interior y dificulte la combustión. A continuación, se coloca la capa de tierra que cubre completamente el apilado de madera, dejando únicamente la entrada de la chimenea al descubierto en la punta del cono. Este recubrimiento de tierra tiene la finalidad de preservar la combustión interna y evitar la entrada de oxígeno.

Encendido

En el centro del horno del espacio que se dejó vacío previamente se llena con material inflamable como papel, hojarasca o ramas secas y a continuación el productor enciende este material, asegurándose de que el fuego se propague por completo verticalmente por el orificio central, el cual luego es cerrado con hojarasca y tierra.

El proceso de carbonización se controla mediante la apertura y cierre de agujeros en la superficie del horno, donde el productor, de manera empírica, regula la apertura y cierre de los mismos según la coloración del humo producido, el cual es un indicador de las etapas del proceso de carbonización.

Es común observar el inicio de este proceso, cuando la humedad contenida en la madera se va perdiendo, el productor identifica esta etapa a través del color blanco-amarillento del humo, cuando el horno se está apagando y necesita oxigenación (apertura de agujeros) el humo se torna gris oscuro, mientras que cuando la oxigenación es demasiada que puede llegar a quemar por completo la leña el humo es de color gris azulado, por lo tanto, el productor debe tapar los agujeros.

El tiempo total de carbonización depende de la cantidad de madera y oscila de 8 a 13 días, el productor reconoce el estado de carbonización introduciendo una varilla en el horno, si esta no presenta resistencia al introducirse hasta el fondo de la chimenea entonces la madera ya se ha transformado en carbón, en caso contrario, continua el proceso de carbonización por más tiempo.

Enfriado

Una vez que se termina la cocción, se procede al enfriamiento del horno. El tiempo de enfriamiento dura alrededor de 1 a 3 días. Consiste en quitar la cubierta de tierra quemada, con el fin de cerrar los orificios de ventilación; con ello se apagan los pequeños focos de fuego que todavía están en el interior. Pasadas unas horas se prosigue la primera extracción y el carbón se extiende.

El ciclo de producción desde el encendido hasta que se extrae el carbón y se deja enfriar varía entre 10 a 15 días, esto también está en función de las necesidades del productor, ya que es común que el productor extraiga antes de que toda la leña se haya transformado en carbón con la intención de poder cubrir la demanda por parte del intermediario, o bien por la necesidad de percibir ingresos.

Embolsado

Una vez que el carbón se ha enfriado por completo, se llenan los costales y/o bolsas. Para esta actividad, el productor suele contratar a una o dos mujeres para realizar el embolsado del carbón vegetal. Es relevante destacar que esta es la única fase del proceso productivo en donde participan mujeres. De acuerdo con (J. Barrera et al., 2001), en la industria forestal, es común la escasa participación de las mujeres en actividades de producción forestal, lo que resulta en limitadas oportunidades de desarrollo social y económico para ellas.

En promedio, el 57% de los productores emplean mano de obra femenina en esta actividad. Las mujeres embolsan alrededor de 200 bolsas en seis horas, recibiendo \$2.00 por cada bolsa rellena. Un 30% de productores utiliza mano de obra familiar, siendo sus cónyuges e hijos los que realizan el embolsado, mientras que el 13% restante de productores lo realizan ellos mismos.

El 80% de los productores utiliza bolsas de plástico de 5 kg, el cual es el formato de venta requerido por el acopiador. Un 20 % además utiliza costales de 25 kg. Es crucial destacar que, a pesar de que los productores se encuentran

conformando una sociedad y cuentan con los permisos necesarios para la comercialización, no incorporan etiquetas, marcas o ningún tipo de identificación en el producto.

Carga

Ya que el carbón ha sido embolsado, el productor contrata mano de obra para transportar las bolsas a pie de brecha y caminos. La carga la realizan los productores y trabajadores a hombros o bien contratan alguna camioneta o animales de carga pagando \$2.00 por bolsa transportada. Cuando el producto embolsado se encuentra en los caminos, el intermediario acude para adquirir el producto y distribuirlo con sus clientes.

5.1.4.5.2 Rendimiento y calidad de carbón vegetal

Existen diversos factores que influyen en el rendimiento del proceso de carbonización de la madera. Entre estos factores se destacan los equipos y procesos utilizados, la experiencia del productor, el acomodo de la madera en el horno, el tiempo de elaboración, así como las características de las especies utilizadas, como la densidad de la madera, la composición química, el contenido de resinas y la humedad (De la Cruz-Montelongo et al., 2020; Romahn, 1992).

En este sentido los productores no cuentan con la información precisa con respecto al rendimiento obtenido en el proceso productivo, sin embargo, de acuerdo con la información proporcionada para la producción de una tonelada de carbón vegetal se necesitan alrededor de 5 metros cúbicos de leña, sin embargo, como se mencionó antes esta cantidad puede variar de forma significativa de acuerdo con las características que presenta la madera.

Por otro lado, la capacidad de cada horno depende del productor. En promedio, para la producción de una tonelada, las medidas del horno van de 3 metros de diámetro en la base y 2 metros de altura, aunque esta última es la que más varía. Cada productor mensualmente realiza 2.3 “quemados”, para la producción de carbón, a partir de ellas obtienen en promedio 2.2 toneladas de carbón vegetal.

Al año, la organización en conjunto produce cerca de 828 toneladas, para las cuales necesitan 4,140 metros cúbicos de materia prima.

5.1.4.5.3 Dinámica de la producción

Según los datos obtenidos, como se muestra en la Figura 18, existe una relación inversa entre la edad del productor y la cantidad de carbón producido. Los productores más jóvenes tienden a generar una mayor cantidad de carbón en comparación con aquellos de mayor edad. En este contexto (Manzón, 2015), sugiere que los productores con edades de entre 25 y 50 años, son capaces de realizar y operar más hornos, lo cual está relacionado con las áreas de extracción de materia prima y producción.

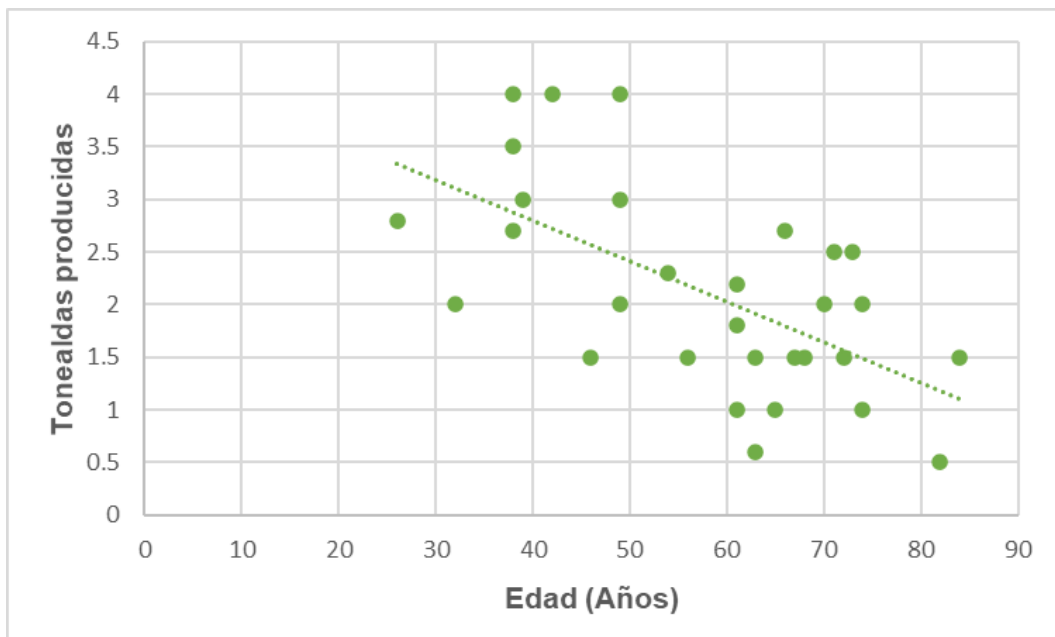


Figura 18. Toneladas producidas mensualmente por edad

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Por su parte, los productores mencionaron que las principales razones detrás de este comportamiento de la producción subyacen en la orografía de las áreas de aprovechamiento. El relieve accidentado y el difícil acceso a estas áreas dificultan que los productores de mayor edad puedan realizar las actividades de aprovechamiento de manera eficiente.

Por otra parte, la producción a lo largo del año también se ve influenciada por la disponibilidad de remisiones forestales y las condiciones climáticas. La remisión forestal es un documento esencial para la comercialización y transporte del producto; es expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Este documento certifica la procedencia legal de la materia prima utilizada en la producción y son administradas por el comisariado ejidal, quien se encarga de cuantificar el volumen de carbón que será transportado.

Como resultado de lo anterior, la producción experimenta una marcada estacionalidad, usualmente caracterizada por ser nula en el mes de enero, como se ilustra en la Figura 19. Esto se debe a que en este mes se llevan a cabo los trámites para la obtención de remisiones utilizadas a lo largo del año. Mientras que, durante los meses de mayo a septiembre, la producción merma por la época de lluvias, en donde las condiciones climáticas como la humedad y las precipitaciones afectan la operatividad de los hornos de tierra. Por otro lado, la demanda y producción de carbón vegetal experimentan un aumento significativo en los meses de noviembre y diciembre, especialmente durante la temporada de fiestas decembrinas.

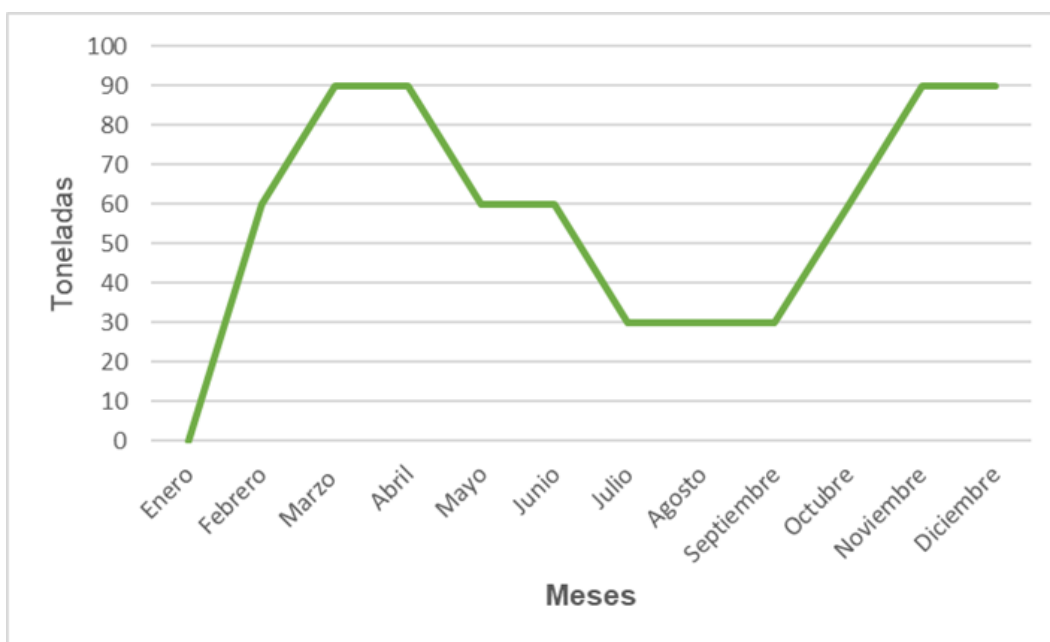


Figura 19. Estacionalidad de la producción anual de carbón vegetal
Fuente: Elaboración propia con datos de campo

5.1.5 Intermediarios

La venta del carbón vegetal con intermediarios es por tonelada producida; sin embargo, esta se comercializa en bolsas de plástico de 5 kg o costales de 7 kg y es realizada generalmente cada 15 días, lo que en promedio tarda el proceso de producción. El precio de venta fluctúa entre los \$7,000 y \$8,500 por tonelada y es establecido generalmente por el acopiador.

La comercialización de carbón vegetal es realizada por el 63% de los productores de manera local por medio de intermediarios, quienes acuden a la comunidad, específicamente a las áreas de producción, en donde el productor entrega a pie de monte el producto.

Los productores mantienen relaciones comerciales duraderas y cercanas con los acopiadores en la compraventa de carbón vegetal, ya que en promedio han estado vendiendo al mismo acopiador alrededor de 10 años, además, en este eslabón también se identificaron que 5% de los productores actúan como intermediarios por lo cual los lazos de confianza son más fuertes. Asimismo, los acopiadores suelen ofrecer pagos por adelanto, financiamiento y pagos en especie al proporcionarles insumos necesarios en la producción, lo que fomenta que los productores mantengan comprometida la producción a un solo acopiador.

Además, de acuerdo con las entrevistas, el 65% de los productores no reciben solicitudes específicas por parte de los acopiadores en cuanto a características del carbón vegetal. En contraste, el 35% restante sí las recibe y están relacionadas con características físicas que influyen en la calidad del producto, como tamaño, carbón entero, limpio (sin tierra, piedras, hojarasca, etc.), resistente a la compresión, facilidad de encendido y baja producción de humo al quemarse. Sin embargo, aun cuando estos atributos representan una mayor calidad, no hay diferencias significativas en el precio que pagan por el producto.

Para la comercialización del carbón vegetal, los intermediarios han sido el medio más factible para vender la producción. Esto ha limitado que los productores accedan a los mercados para comercializar directamente con el consumidor,

aunado a la falta de organización de los productores y de estrategias para la comercialización. Por lo que esta dependencia hacia los intermediarios como vía de comercialización, ha ocasionado una desventaja sobre el precio para los productores, provocando una sobrevaloración en el costo del producto y durante su paso por la cadena de comercialización. De esta forma el "pago" económico es sustancialmente desproporcionado a lo largo de la cadena de valor en comparación con otros oficios (Nabukalu & Gieré, 2019) lo que deja, una mayor ganancia económica para intermediarios o comerciantes, que a los productores quienes realizan el mayor trabajo para producir el carbón.

5.2 Viabilidad económica de la producción de carbón vegetal

5.2.1 Descripción de la unidad de producción modelada

La URP SLPCV01, se ubica en el ejido San Francisco, municipio de Zaragoza, San Luis Potosí, en una superficie forestal de 90 hectáreas de carácter ejidal, como parte de una sociedad de productores de 30 integrantes, con una posibilidad anual de 2,922.61 m³ rta. bajo aprovechamiento forestal maderable para la producción de carbón vegetal.

El sistema de producción es integrado, desde la obtención de la madera como materia prima hasta el embolsado del carbón vegetal y venta. Sin embargo, para un análisis económico más detallado sobre las actividades relacionadas con la producción de carbón vegetal, se estructuró el estudio en dos etapas, con la intención de obtener una mejor comprensión de los costos y beneficios asociados a la producción de carbón vegetal.

En la primera etapa, se llevó a cabo el análisis de costos asociado a la obtención de materia prima (leña) a pie de monte, con un costo de \$800 por metro cúbico. Esta etapa incluye los costos derivados de las actividades de manejo forestal necesarias para asegurar el legal aprovechamiento de la materia prima. La segunda etapa del análisis se centra en la producción de carbón vegetal, a partir de la compra de la materia prima a pie de monte y posteriormente las actividades involucradas para su transformación.

A continuación, se hace una descripción general de las características y costos considerados en cada una de las etapas analizadas.

Manejo forestal y obtención de materia prima

La materia prima utilizada por la URP SLPCV01 es derivada del manejo forestal realizado en el ejido, por lo que en el análisis de esta etapa se consideran los costos incurridos en trámites para la obtención del permiso de aprovechamiento y actividades de manejo forestal y conservación como apertura de brechas cortafuego, saneamiento forestal, conservación y mantenimiento de caminos forestales, recorridos de vigilancia y presentación de informes ante las instituciones correspondientes que garantizan la legal procedencia de la materia prima.

El costo de estas actividades es anual y es para toda el área de corta (90 hectáreas), en donde se ven beneficiados los 30 productores; por tanto, el costo otorgado para la URP por actividades de manejo forestal es dividido entre cada productor. Con respecto a la obtención de la leña como materia prima, se consideran costos incurridos en actividades de marcaeo y derribo.

El marcaeo consiste en la identificación y selección de árboles destinados para el aprovechamiento por parte del asesor técnico. Estos costos también son anuales y para el área de aprovechamiento en general, por lo cual, también son cubiertos por el grupo de productores.

El derribo, por su parte, consiste en el aprovechamiento de los árboles previamente marcados, el desrame y el troceo de estos, así como su arrime a pie de monte para su posterior transformación. El derribo es realizado generalmente por el productor y un ayudante, de manera manual, utilizando solo una motosierra como maquinaria y herramientas como hachas, machetes, mecates, cuchillas, etc. Con respecto al transporte o arrime, es realizado por los productores al hombro hasta el pie de monte o bien a las áreas de producción de carbón vegetal.

Producción de carbón vegetal

Para la producción de carbón vegetal se consideró el costo por materia prima a pie de monte. El nivel tecnológico de la producción es tradicional no tecnificado a través de hornos de tierra, el uso de mano de obra es contratada y familiar no remunerada, el uso de maquinaria y equipo es mínimo, el embolsado del carbón vegetal es realizado en bolsas de plástico de 5 kg, la venta se realiza mediante acopiadores a pie de monte.

Para la producción de carbón vegetal se contemplan costos incurridos principalmente en jornales para realizar la construcción del horno, la cuales son en orden cronológico el chaponeo del área en donde se establecerá el horno, el aplanado del área, el armazón el cual consiste en el apilado de la leña de manera piramidal, el aterrado y hojeado el cual sirve para tapar la materia prima, la quema que es cuando se realiza el proceso de carbonización, el enfriado y por último el embolsado manual, con mano de obra remunerada.

El periodo de producción es anual, realizando la producción de 21 toneladas de carbón vegetal, considerando que para la cada tonelada producida se utilizan 5 m³ de leña, en un total de 8 días de carbonización a partir del encendido, y tomando en cuenta que la producción varía de forma mensual en función del clima y la demanda del producto. Para el presente estudio se toma como referencia la producción mensual de acuerdo con el Cuadro 4.

Cuadro 4 Producción mensual de carbón vegetal de la URP SLPCV01. (Toneladas)

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Producción	0	2	3	3	1	1	1	1	1	2	3	2	21

Fuente Elaboración propia con datos de campo

5.2.2 Ingresos totales

En el Cuadro 5 y Cuadro 6 se presentan los ingresos percibidos SLPCV01 por materia prima y producción de carbón vegetal respectivamente, en la etapa

referente a la obtención de materia prima se consideró como supuesto la venta de un metro cúbico de leña puesto en el área de producción, el cual se estimó en \$800 pesos. A su vez, se consideró como un ingreso la transferencia por parte del programa servicios ambientales destinado a cubrir costos de actividades de manejo forestal. Por último, en el análisis económico se consideró como un ingreso el percibido por los productores derivado de la leña utilizada como autoconsumo y se omitió el ingreso percibido como transferencia antes mencionada.

Con respecto a la producción de carbón vegetal, en el Cuadro 6 se consideran solo aquellos ingresos percibidos por la comercialización de carbón vegetal como único ingreso. Considerando que para el estudio, el carbón vegetal embolsado a pie monte tiene un precio de \$8.00 pesos por kilogramo.

Cuadro 5 Ingresos y costos totales de la obtención de materia prima de la URP SLPCV01

	Flujo neto de efectivo	Análisis Financiero	Análisis económico
Ingresos	\$521,208.00	\$521,208.00	\$96,600.00
Costos de operación	\$29,552.34	\$29,552.34	\$29,552.34
Costos generales	\$0	\$1,381.70	\$1,381.70
Costos económicos	\$0	\$0.00	\$ 36,730.81
Costos totales	\$29,552.34	\$30,934.04	\$67,664.85
Ingresos totales	\$98,223.60	\$98,223.60	\$86,100.00
Utilidad neta	\$68,671.26	\$67,289.56	\$18,435.15

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Cuadro 6 Ingresos y costos totales de la producción de carbón vegetal de la URP SLPCV01

	Flujo neto de efectivo	Análisis Financiero	Análisis económico
Ingresos	\$168,000.00	\$168,000.00	\$168,000.00
Costos de operación	\$138,738.00	\$138,738.00	\$138,738.00
Costos generales	\$0	\$380.30	\$380.30
Costos económicos	\$0	\$0.00	\$90,937.90
Costos totales	\$138,738.00	\$139,118.30	\$204,886.20
Ingresos totales	\$168,000.00	\$168,000.00	\$168,000.00
Utilidad neta	\$29,262.00	\$28,881.70	-\$36,886.20

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Desde la perspectiva del productor, considera que los ingresos percibidos por tonelada producida son de \$4,500 en un ciclo productivo que dura alrededor de 13 días, equivalente a obtener alrededor de \$350 por día. Estos ingresos son superiores en contraste con los que obtendrían por trabajar en otras actividades como labores agrícolas, construcción, ganadería, entre otras, en donde al día obtienen \$250 por día. Aunado a lo anterior, la actividad carbonífera en el ejido genera ingresos durante la mayor parte del año, mientras que las demás actividades son realizadas temporalmente.

5.2.3 Costos de operación

Son los gastos en efectivo en los que incurre el productor por los insumos requeridos en el proceso de producción a lo largo de un año, los cuales varían en función de la cantidad de materia prima demandada y esto a su vez está en función de las toneladas producidas de carbón vegetal que realiza el productor.

En la Figura 20 se muestra la distribución de los costos operativos incurridos en la obtención de materia prima, desde la perspectiva de un análisis de flujo efectivo

en donde de acuerdo con la metodología utilizada se hace referencia a la necesidad de dinero disponible por parte de los productores para poder operar la URP observamos que los costos incurridos en la mayoría de las categorías necesitan de liquidez inmediata, es importante mencionar que el costo total por las actividades de manejo forestal son subsidiadas.

Por otra parte, la mano de obra desde un análisis económico representa una alta proporción en comparación con las demás, indicando que este aspecto es crucial para para garantizar la viabilidad económica de la actividad en el largo plazo.

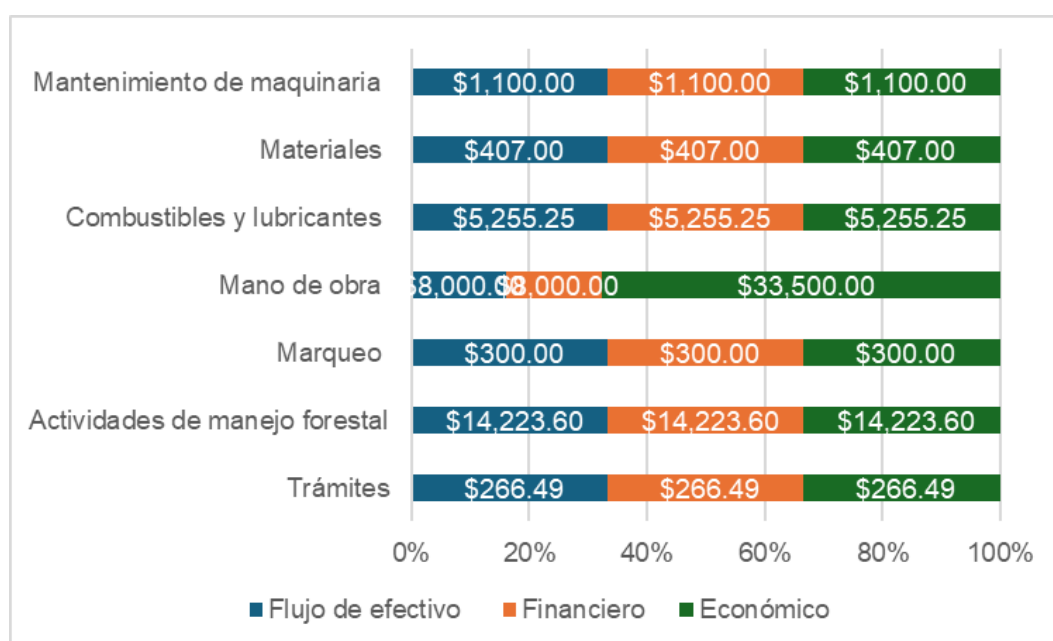


Figura 20 Costos de operación asociados a la obtención de materia prima

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

En la estructura de costos de operación existen conceptos como los trámites y las actividades de marcaeo que son significativamente menores en comparación con otras categorías, esto se debe a que, estos gastos son solventados por la organización, lo que los disminuye significativamente para cada productor.

A continuación, en la Figura 21 se observa la estructura de costos asociados al proceso productivo del carbón vegetal, en donde de la misma forma que en la obtención de materia prima, existe una necesidad predominante de liquidez

inmediata para realizar las actividades. Principalmente en aquellas categorías que implican los mayores costos de operación como es la disponibilidad de materia prima y mano de obra, lo que sugiere que, estas categorías son determinantes para los productores de manera que necesitan asegurar contar con efectivo disponible para realizar la producción.

Es importante mencionar que el cálculo de costos de operación de la etapa de producción se realizó bajo el supuesto de que la materia prima es comprada a pie de monte por los productores, sin embargo, los productores al estimar sus costos de producción no incluyen los costos incurridos en la obtención de la materia prima.

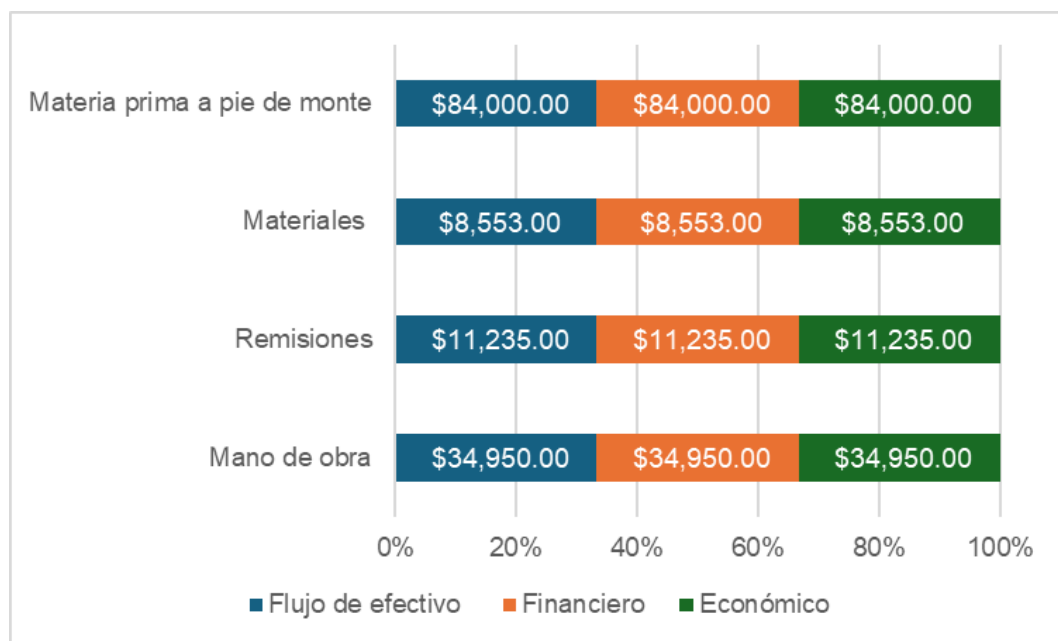


Figura 21 Costos de operación asociados a la producción de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Según (Manzón, 2015), al evaluar el impacto socioeconómico de la producción de carbón vegetal en una comunidad rural ubicada en Yucatán, determinó que la mano de obra y el transporte son los costos operativos más elevados en la actividad. Sin embargo, en el presente estudio de caso los costos por transporte representan alrededor del 13% de los costos operativos totales desde una perspectiva financiera y económica. Esto se debe a que los productores

transportan su producción a caminos cercanos a las áreas de producción o bien a pie de monte, donde los intermediarios acuden para realizar la compra del producto.

5.2.4 Costos generales

De acuerdo con la metodología empleada, los costos generales incluyen conceptos como impuestos, seguros, intereses, depreciaciones, pago de servicios, además de los gastos relacionados con la gerencia (cuando corresponda). En las dos etapas evaluadas, se identificó que debido al carácter no tecnificado con el que se realizan las actividades tanto de obtención de materia prima como de producción de carbón vegetal y a las características rudimentaria de las mismas el único costo que se cuantificó en este apartado fue para ambos casos el derivado de la depreciación por maquinaria y herramientas utilizadas en estas etapas (Cuadro 5Cuadro 6)

El costo más elevado por depreciación es de \$1,200 en la etapa de obtención de materia prima derivado de la maquinaria (motosierra) utilizada en las actividades de derribo del arbolado, así como otras herramientas. Mientras que en la etapa de producción el monto es de \$380.30, ya que, solo se utilizan herramientas básicas como machetes, hachas, palas, etc., mismas herramientas que son empleadas a su vez en otras actividades realizadas por los productores.

En este sentido, en un estudio económico realizado por Soto (2013) señala que al comparar los costos de producción de hornos tradicionales con hornos más sofisticados, se observa que los hornos tradicionales tienden a generar menores costos. Esta es una consecuencia directa de la depreciación, ya que el equipo utilizando en hornos tradicionales es rudimentario, por ende, su costo de adquisición y mantenimiento es significativamente menor.

Sin embargo, es importante mencionar que, aunque aparentemente la producción de carbón no tecnificada y rudimentaria puede generar costos más bajos para los productores puede limitar su eficiencia y la capacidad de

producción, así como impactar negativamente en la calidad del producto, por lo que esta actividad podría no ser sostenible en el largo plazo.

5.2.5 Costos económicos

Los conceptos que se consideraron en los costos económicos corresponden a diversos factores de producción, los cuales frecuentemente no se reconocen financieramente. En el caso de la URP modelada, se consideran aspectos como la mano de obra no remunerada aportada por el productor y los miembros de la organización, las actividades gerenciales y el costo de oportunidad del capital invertido.

El costo más significativo encontrado fue el relacionado con de la mano de obra no remunerada, que representa un 92% de los costos económicos totales de la producción. Este hallazgo es coherente con las observaciones realizadas por Liyama et al. (2014), quienes indican que en la actividad carbonífera, los pequeños productores tienden a utilizar mano de obra familiar no remunerada, con costos de oportunidad cercanos a cero, debido a la falta de empleo en las zonas.

Por su parte, Soto (2013) resalta que la inclusión de mano de obra familiar, en este caso particular, la mano de obra aportada por los miembros de la organización de productores, contribuye significativamente a la reducción de los costos de producción. Esta dinámica sugiere que la producción de carbón vegetal es sostenida principalmente por una fuerte participación de la mano de obra no remunerada proporcionada por el resto de los productores, como una forma de apoyo entre ellos. Si bien esto contribuye con la reducción de costos, puede implicar una fuerte dependencia a una estructura laboral que no está formalizada, por lo que se puede traducir en un impacto negativo en la productividad de las actividades.

Es relevante mencionar que, en el análisis de los costos económicos no se consideró el costo de oportunidad de la tierra ya que, los productores señalaron que, debido a las características que presentan las áreas de aprovechamiento y

a su carácter ejidal, no existen actividades alternativas viables que les pudieran generar ingresos.

5.2.6 Ingreso neto y rentabilidad

A continuación, en los Cuadro 7Cuadro 8 se presenta el ingreso neto de la unidad modelada, tanto de la etapa de obtención de materia prima como del proceso productivo respectivamente. El flujo neto de efectivo se presenta como positivo para ambas actividades lo que nos indica que se está generando más efectivo del que se está gastando y que ambas actividades generan liquidez para cubrir sus costos de operación en el corto plazo, aunque podemos ver una liquidez mayor en la obtención de la materia prima en comparación con la producción de carbón vegetal.

En cuanto al análisis financiero se observó algo similar a lo antes mencionado, en donde la viabilidad financiera es positiva en ambas actividades, sin embargo, en la etapa de producción de carbón tenemos que la diferencia entre ingresos y costos es menos favorable que en la obtención de materia prima.

Finalmente, en el análisis económico se presenta un ingreso neto positivo en la etapa de obtención de materia prima y negativo para la producción de carbón vegetal, por lo que podrías decir que esta última, no se está generando beneficios económicos sostenibles en el largo plazo y, por lo tanto, no se están cubriendo los costos de los factores de producción, lo que denota una mayor ineficiencia de esta actividad en comparación con la obtención de materia prima.

Cuadro 7 Ingreso neto y rentabilidad de la obtención de materia prima de la URPCV01

Concepto	Flujo neto de efectivo	Análisis financiero	Análisis económico
Ingresos totales	\$98,223.60	\$98,223.60	\$86,100.00
Costo total	\$ 29,552.34	\$30,934.04	\$67,664.85
Ingreso neto	\$68,671.26	\$67,289.56	\$18,435.15
Resultado	Con liquidez	Viable	Viable

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Cuadro 8 Ingreso neto y rentabilidad de la producción de carbón vegetal de la URPCV01

Concepto	Flujo de efectivo	Análisis financiero	Análisis económico
Ingresos totales	\$168,000.00	\$168,000.00	\$ 168,000.00
Costo total	\$138,738.00	\$139,118.30	\$204,886.20
Ingreso neto	\$29,262.00	\$28,881.70	-\$36,886.20
Resultado	Con liquidez	Viable	Inviable

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

En cuanto a la rentabilidad expresada como la relación beneficio-costo de las actividades, en el Cuadro 9 se observa que la obtención de materia prima (madera) es significativamente más rentable financieramente, con una relación beneficio-costo de 3.18. En contraste, la relación beneficio - costo de la producción de carbón vegetal, que es de 1.21. Esto indica que la obtención de materia prima genera un beneficio efectivo mayor que en la inversión inicial.

Sin embargo, al realizar un análisis más detallado se observó que esta favorable relación beneficio costo, así como el análisis de rentabilidad desde una perspectiva económica en la obtención de materia prima se debe a que las actividades de manejo forestal son subsidiadas por Programas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Además, existe una alta cantidad de mano de obra no remunerada por parte del productor. Asimismo, existen costos operativos que son solventados por el grupo de productores en general, por lo que disminuyen significativamente para cada uno de ellos.

Cuadro 9 Relación del beneficio costo de obtención de materia prima y producción de carbón vegetal de la URPCV01

Actividad	Análisis	Relación B/C
Obtención de materia prima	Flujo de efectivo	3.32
	Financiero	3.18
	Económico	1.27
Producción de carbón vegetal	Flujo de efectivo	1.21
	Financiero	1.21
	Económico	0.82

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

En cuanto a la rentabilidad de la producción de carbón vegetal, los índices de beneficio-costos son similares a los reportados por Carrillo-Parra et al. (2011). En un estudio realizado en el noroeste de México, reportaron que la rentabilidad de la actividad mediante hornos tradicionales oscilaba entre 1.2 y 1.8, dependiendo de los precios del mercado. Asimismo, da Silveira et al.(2017) en un estudio realizado de la estimación de la rentabilidad de la producción de carbón vegetal utilizando madera de especies reforestadas realizada con hornos de ladrillo, se alcanzó una rentabilidad del 47%, en contraste con el 10% obtenido en hornos tradicionales.

Desde una perspectiva financiera, ambas actividades son viables con un índice de relación beneficio- costo mayor a 1. No obstante, la obtención de materia prima podría resultar ser más atractiva; sin embargo, es importante señalar que en la zona no existe un mercado para este producto.

5.2.7 Precios objetivos

En el Cuadro 10 se presenta una comparación de los precios requeridos por metro cubico de materia prima obtenida y por kilogramo de carbón vegetal en función de diferentes costos asociados a las actividades.

Cuadro 10 Precios objetivo para la obtención de materia prima y producción de carbón vegetal

<i>Precios requeridos para:</i>	Precio por m3 (Materia prima)	Precio por kilogramo (Carbón vegetal)
<i>Cubrir solo costos variables desembolsados. (No debe producirse si el precio de mercado es inferior a este precio)</i>	\$281.45	\$6.61
<i>Precio que debería recibir para cubrir los costos desembolsados más la depreciación</i>	\$294.61	\$6.62
<i>Precio que debería recibir para cubrir los costos desembolsados, más la depreciación, y el costo de oportunidad del capital</i>	\$308.71	\$6.88
<i>Precio que debería recibir para cubrir los costos desembolsados, más la depreciación, más el costo de oportunidad del capital y la mano de obra familiar</i>	\$627.76	\$9.67
<i>Precio que debería recibir para cubrir los costos desembolsados, más la depreciación, más el costo de oportunidad del capital más la mano de obra familiar y gerencial</i>	\$644.43	\$9.76
Precio de venta actual	\$800.00	\$8.00

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

El precio de venta actual percibido por los productores, bajo la premisa de comercializar la materia prima, es de \$800 pesos por metro cúbico en la zona, como se observa en el cuadro anterior. Este precio permite cubrir los costos de oportunidad asociados a la obtención de la materia prima, y sugiere la existencia de un margen de beneficio potencial. En este sentido, es importante destacar que esto se debe principalmente a la presencia de subsidios destinados a cubrir los costos de las actividades de manejo forestal. Además, se encuentra una alta presencia de mano de obra no remunerada, así como la división de costos de operación entre el grupo de productores, lo que contribuye con la reducción significativa de costos de operación.

Con relación al precio de venta del carbón vegetal, se observa que el precio actual de venta se establece en \$ 8 pesos por kilogramo puesto a pie de monte.

Sin embargo, con este precio el productor no logra cubrir los costos de oportunidad del capital invertido, así como la mano de obra familiar y gerencial. Esta situación se presenta como un desafío para la sostenibilidad económica de la producción.

Por lo anterior, es crucial explorar alternativas mediante las cuales se pueda aumentar el precio en \$1.76 pesos por kilogramo. Esta mejora en el precio contribuye a cubrir los costos económicos, sin embargo, es importante considerar la reducción de los costos de producción, a través de prácticas más eficientes que reduzcan costos operativos que permitan a los productores mantener precios competitivos.

5.2.8 Impactos sociales, económicos y ambientales de la producción de carbón vegetal

La producción de carbón vegetal representa una fuente de empleo en el ejido, principalmente con la demanda de mano de obra requerida en el proceso de producción, ya que, cada productor por tonelada producida contrata alrededor de cuatro personas, y de estas por lo menos una es mujer. Además, los productores consideran que esta actividad, ha evitado en cierta medida la migración en el ejido por falta de empleo.

A su vez, al realizar actividades de aprovechamiento forestal, por años, el ejido se ha visto beneficiado por programas gubernamentales principalmente por parte de instituciones como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), otorgando diferentes subsidios para fomentar las actividades forestales del sector, lo que también ha incurrido en que el resto de la población pueda obtener trabajos temporales en actividades de manejo forestal como el manejo y control de plagas y enfermedades, apertura de brechas corta fuego, construcción y mantenimiento de caminos forestales, actividades de reforestación y restauración entre otras.

Por otra parte, a través de la producción de carbón vegetal se benefician por lo menos 30 familias en la localidad, ya que para el 70% de los productores es la fuente principal de ingresos para el hogar. El 30% restante realiza otras

actividades, de las cuales derivan la principal fuente de ingresos, tales como el comercio, mano de obra en la construcción, empleo en fábricas, agricultura y ganadería, entre otras.

Sin embargo, la mayoría de estas actividades son temporales y realizadas fuera del ejido, lo que implica gastos adicionales en transporte. En este sentido, la producción de carbón sirve como una fuente de empleo complementaria y más estable, contribuyendo al 50% de los ingresos totales percibidos por estos productores.

Aunado a lo anterior, los productores consideran que impulsan el desarrollo de la económica local al demandar materias primas necesarias en la producción como combustibles, aceites, aditivos, bolsas de empaque y siendo un punto importante de venta de carbón vegetal en la zona, beneficiando así indirectamente a otros sectores de la población como el comercio local y el transporte.

La producción de carbón en el ejido como fuente económica ha generado diferentes beneficios tanto como productores como para los habitantes del ejido; sin embargo, contrasta de manera negativa en materia de salud. Los productores sostienen que al realizar esta actividad conlleva riesgos para la salud, en principio por las condiciones laborales inseguras ya que las actividades de obtención de materia prima como de producción las realizan sin equipo de protección, por lo que son susceptibles a lesiones físicas como torcedura, cortadas, caídas, torceduras, golpes, quemaduras, etc. Por otra parte, la exposición directa al humo generado por los hornos de tierra al realizar el proceso de carbonización de la madera genera altas concentraciones de gases a los que son expuestos los productores, ya que no utilizan equipos de protección durante el proceso.

A su vez, los productores también identifican impactos ambientales derivados de la producción de carbón vegetal tales como las actividades de manejo forestal que contribuyen con la gestión adecuada del bosque, pues, a través de la corta de arbolado se promueve la regeneración natural lo que contribuye con mantener un bosque joven. Además, se llevan a cabo actividades de conservación y protección del ecosistema tales como la identificación, prevención y combate de

plagas y enfermedades, combate y prevención de incendios, prevención de actividades ilegales como la tala clandestina y la extracción de flora y fauna, ya que al permanecer mucho tiempo en las áreas forestales los productores son capaces de identificarlas y dar aviso inmediato a las autoridades correspondientes.

5.3 Propuestas de intervención

5.3.1 Análisis FODA

Mediante el análisis FODA se obtuvo un panorama del entorno del grupo de productores como organización, considerando aspectos específicos tanto internos como externos. A partir de los cuatro elementos que conforman la matriz FODA presentada a continuación en el Cuadro 11.

Cuadro 11 Análisis FODA de la Sociedad Silvícola

Fortalezas	Debilidades
-Programa de manejo forestal -Disponibilidad de materia prima de calidad -Experiencia de los productores -Control individual del proceso de producción -Adaptación de la producción a la demanda -Productores organizados en una sociedad -Respaldo de la asamblea general de ejidatarios -Conocimiento del mercado -Mínima inversión inicial -Reducidos costos de producción desembolsados	-Informalidad en la comercialización del producto -Proceso productivo deficiente -Edad de productores avanzada -Bajo nivel educativo en productores -Alta demanda de mano de obra -Dependencia a acopiadores -Limitado conocimiento en mercados alternativos -Estacionalidad de la producción -Falta de estrategias de comercialización -Falta de diferenciación en el producto -Condiciones laborales inseguras

Continúa...

Continúa...

Oportunidades	Amenazas
-Únicos productores legales en la zona	-Extracción ilegal y deforestación
-Certificación forestal a nivel nacional	-Sustitutos emergentes
-Capacitación y asesoría técnica gratuita	-Percepción negativa por deforestación
-Diversos canales de comercialización	-Competencia entre productores
-Acceso a financiamiento gubernamental	-Incumplimiento de normas laborales
-Ecoturismo	-Conflictos internos
-Alianzas con Universidades	-Precio impuesto por acopiadores
-Relaciones estables y duraderas con proveedores y acopiadores	-Condiciones climáticas
	-Riesgos para la salud del productor
	-Alta demanda de mano de obra

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Fortalezas

El grupo de productores tiene acceso a materia prima de buena calidad debido a que el encino, de acuerdo con Antal & Gronli (2003), posee características que favorecen a la calidad y el rendimiento en la producción de carbón vegetal. Además de ser legalmente adquirida, ya que cuentan con un programa de manejo forestal que respalda de las actividades tanto de obtención de materia prima como de la producción de carbón vegetal, lo que contribuye con la sostenibilidad del proceso productivo.

Con respecto a los productores, se tienen fortalezas en cuanto a la organización que poseen debido a que esta permite una mejor coordinación en las actividades y toma de decisiones, lo que facilita el acceso a oportunidades como el financiamiento. Además, contar con el respaldo de la Asamblea General de Ejidatarios facilita el acceso a recursos y mejora la imagen ante autoridades y posibles socios comerciales.

En cuestión del proceso productivo, las fortalezas identificadas radican en la experiencia que poseen los productores, lo que implica un conocimiento profundo sobre las técnicas de manejo forestal y producción de carbón vegetal. A su vez,

el control individual en el proceso de producción permite un control de cada fase mediante el cual se puede asegurar mantener ciertos estándares de calidad y eficiencia. Por último, los bajos costos de producción y una inversión inicial mínima debido a la tecnología implementada en el proceso productivo pueden permitir precios competitivos y un mayor margen de beneficio para los productores.

En el proceso de comercialización, las fortalezas radican en la capacidad de los productores para ajustar la producción según la demanda del mercado, lo que reduce el riesgo de sobreproducción y desperdicio del producto, contribuyendo en la eficiencia del proceso productivo. Contar con relaciones estables tanto con proveedores como con acopiadores permite obtener insumos de manera confiable y garantiza la compraventa del producto. A su vez, el conocimiento que poseen los productores sobre el mercado da pauta a una mejor planificación y toma de decisiones, así como poder generar nuevos canales de comercialización y el desarrollo de nuevos productos de acuerdo con la demanda del mercado.

Oportunidades

Dentro de las oportunidades identificadas en torno a la organización se encuentra contar con un programa de manejo forestal y una certificación a nivel nacional que avala la legal procedencia de la materia prima obtenida y una gestión adecuada de los recursos forestales de manera sostenible y responsable por parte de los productores.

Contar con capacitación, asesoría técnica y acceso a financiamiento gubernamental puede implicar en una mejora constante en la eficiencia de las actividades realizadas en la obtención de materia prima y en el proceso de producción, resultando en una mejora en la calidad del producto, la optimización de recursos y en procesos de innovación de técnicas de producción.

La comercialización a través de diferentes canales de comercialización llevada a cabo por los productores permite diversificar las vías de venta del producto lo que

podría ser una venta de oportunidad para acceder a nuevos clientes y reducir la dependencia a acopiadores dentro de la cadena de valor.

Por último, el ecoturismo realizado en el ejido es una oportunidad para dar a conocer como el manejo forestal adecuado para la producción de carbón vegetal contribuye con la conservación ambiental y la protección de los recursos forestales.

Debilidades

En el eslabón productor se identificaron debilidades con respecto a los productores como la edad avanzada característica del grupo, lo que puede limitar su capacidad para adaptarse a la implementación de nuevas tecnologías y a la innovación en los métodos de producción. El bajo nivel educativo que poseen también puede resultar en un limitado acceso a la información sobre mejores prácticas, recursos, tendencias del mercado, desarrollo de la gestión empresarial, etc.

Con respecto a las debilidades identificadas en el proceso de producción son la carencia de eficiencia y calidad debido a que el tipo de tecnología utilizada los rendimientos son bajos, ya que, existen variaciones constantes en las prácticas de carbonización y el difícil control sobre el proceso lo que repercute en la calidad del carbón producido lo que puede limitar las oportunidades de comercialización, así como influir en el precio del producto. Aunado a lo anterior, los productores frecuentemente están expuestos a un ambiente de trabajo con condiciones inadecuadas que pone en riesgo su salud y seguridad.

Existe una escasez de estrategias de comercialización por parte de los productores, ya que, a pesar de que el carbón vegetal producido es obtenido de manera legal y contar con una certificación a nivel nacional, carece de una diferenciación que permita su acceso a otros mercados.

Además, la informalidad en la comercialización del carbón vegetal implica la ausencia de un control en los precios de compraventa lo que puede afectar directamente en la rentabilidad obtenida por los productores, además, al no

contar con algún contrato que respalde este proceso los productores pueden estar expuestos a prácticas injustas por parte de compradores e intermediarios.

Amenazas

Dentro de los principales desafíos que enfrenta la organización se encuentra la extracción ilegal y la deforestación en el ejido que se refiere a la obtención de madera clandestina lo que repercute en la degradación del ecosistema forestal y puede ser causa de sanciones para el ejido como para la organización de productores.

En relación con el producto, existen amenazas vinculadas a la percepción por parte del consumidor con respecto al origen y producción de carbón vegetal. Debido a que es común que se asocie esta actividad con la deforestación, lo que puede influir en la reputación del producto en el mercado, generando dificultades en la comercialización y abriendo paso a la generación y uso de productos alternativos.

Asimismo, los productores enfrentan desafíos derivados de la falta de organización, generando disputas entre los miembros del grupo. Debido a que algunos de ellos incumplen normas, principalmente las de seguridad, lo que implica riesgos para la salud de los productores. Esta situación podría resultar en multas, prohibiciones y pérdidas económicas importantes

Las condiciones climáticas representan también una amenaza significativa en el proceso de producción. Debido a que por el tipo de tecnología rudimentaria utilizada hace que la producción sea susceptible a variaciones climáticas, lo que puede afectar el proceso de obtención de materia prima y la calidad del producto.

Por último, es importante mencionar la participación de los acopiadores, quienes imponen el precio del producto, lo que podría limitar la rentabilidad de la producción y afectar la viabilidad económica de los productores.

5.3.2 Líneas de acción

Estrategia Fortalezas-Oportunidades

Para utilizar las fortalezas internas que poseen los productores como organización y aprovechar las oportunidades externas, se propone explorar las siguientes estrategias de intervención:

Organizarse como grupo de productores y aprovechar la sociedad conformada para la creación y diseño de una marca y embalaje del producto, resaltando en las etiquetas la procedencia legal, la certificación forestal con la que cuentan y las prácticas sostenibles con las que se produce.

Implementar un programa de capacitación de productor a productor para mejorar el proceso productivo, a través de la estandarización de técnicas de producción mediante la documentación del proceso, el establecimiento de características y normas de calidad aprovechando así el conocimiento de los productores con más experiencia en la actividad. A su vez, gestionar capacitaciones en prácticas de manejo forestal y de producción ante las instituciones gubernamentales competentes, aprovechando la figura económica y el respaldo de la asamblea general de ejidatarios que posee la organización.

Fomentar la innovación en la producción de nuevos productos como es el caso de las briquetas de carbón vegetal, utilizando las cenizas y residuos de carbón generados en el proceso de producción a través de la colaboración y alianzas con instituciones educativas y de investigación para acceder a la información necesaria.

Explorar canales de comercialización menos frecuentes para disminuir la dependencia a acopiadores. En este sentido el ecoturismo realizado en la comunidad podría aumentar la visibilidad del carbón vegetal producido, creando un nicho de mercado dentro de la comunidad a través de la integración de la producción a las actividades turísticas como talleres, tours o pláticas que

permitan educar a los turistas sobre la producción sostenible de carbón vegetal y los beneficios del manejo forestal en la comunidad.

Estrategia Fortalezas- Amenazas

Para poder convertir las fortalezas y contrarrestar las amenazas se propone explorar las siguientes estrategias de intervención:

Establecer alianzas con autoridades de los ejidos circunvecinos para monitorear y reportar actividades ilegales dentro de las áreas forestales que contribuyan con la conservación de los recursos forestales.

Aprovechar la organización de los productores como sociedad rural y el respaldo de la asamblea general de ejidatarios para gestionar la participación de los productores a foros, grupos de trabajo, capacitación, etc., para mantenerse informados sobre posibles cambios legislativos.

Organizarse como grupo de productores para buscar proveedores en conjunto y establecer acuerdo a largo plazo en la proveeduría de insumos que disminuyan significativamente los costos y asegurar el suministro de estos. A su vez, negociar en conjunto contratos a largo plazo con acopiadores para la comercialización del carbón vegetal que incluyan precios justos.

Explorar nuevas tecnologías y prácticas de producción que contribuyan a combatir los efectos de las condiciones climáticas adversas. Tal es el caso de la producción de carbón vegetal por medio de hornos metálicos móviles. Este tipo de horno tiene un sistema de cocción controlada, lo que aumenta la eficiencia y rendimiento, a su vez, se puede adaptar a diferentes escalas de producción y disminuir el impacto ambiental.

A través de lo anterior también se podrían mejorar las condiciones de trabajo para los productores y empleados, pues este tipo de hornos representa la automatización de procesos como la carbonización de la leña, pues mediante este horno se puede regular la entrada y salida de oxígeno la alta demanda de mano de obra en esta etapa.

Estrategia Debilidades-Oportunidades

Para poder trabajar en mejorar las debilidades identificadas en el grupo de productores a través de aprovechar las oportunidades externas se propone explorar las siguientes estrategias de intervención:

Formalizar las relaciones de compraventa con acopiadores, proveedores y productores por medio de contratos claros e impresos en donde se especifiquen las condiciones de compraventa, incluyendo precios, plazos, cantidad, características específicas del producto y los métodos de pago.

Gestionar asesoría técnica para que los productores tengan acceso a la capacitación sobre técnicas modernas de producción, gestión empresarial, gestión financiera, marketing etc., que les permita aumentar sus rendimientos en el proceso productivo, reducir costos de producción e incursionar en nuevos mercados.

Gestionar la organización y alianza entre productores para unir esfuerzos a través de mesas de diálogo y reuniones recurrentes en donde los productores compartan sus experiencias con la finalidad de fortalecer los lazos de confianza y unir esfuerzos en la gestión de financiamiento para la construcción de una bodega de almacenamiento que funcione como centro de acopio que les permita a mejorar las condiciones de venta.

Fomentar dentro de la organización de productores el establecimiento de un reglamento interno donde participen los miembros del grupo para la formulación de normas, buscando con esto un sentido de pertenencia hacia estas normas. Además, es importante que en dicho reglamento se definan sanciones claras y justas para quien las incumpla. A su vez, establecer un sistema de monitoreo, a través de la supervisión regular realizada por un comité designado.

Estrategia Debilidades-Amenazas

Por último, con el objetivo de minimizar las debilidades identificadas y contrarrestar las amenazas, se propone explorar las siguientes estrategias de intervención:

Gestionar el trabajo en equipo entre los productores y aprovechar la figura jurídica para establecer una red de comercialización formal para reducir la dependencia a los acopiadores. Además, llevar a cabo negociaciones colectivas para el establecimiento de precios en conjunto con acopiadores.

Gestionar el financiamiento para la mejora en la infraestructura de transporte mediante inversiones en la mejora de caminos. Así como implementar soluciones alternativas como la alianza entre productores para la renta y uso de vehículos para el transporte de la producción.

Implementar el desarrollo de talleres en el ejido, aprovechando el ecoturismo para la promoción de las prácticas de manejo forestal que se realizan para la producción de carbón vegetal. Así como dar difusión a la certificación forestal con la que cuentan.

Explorar la posibilidad de adquirir nuevas tecnologías para optimizar el proceso de producción. A través de una evaluación inicial de necesidades por parte de los productores y el cálculo de costos asociados a la transición de la tecnología utilizada actualmente a una nueva.

VI. CONCLUSIONES

La cadena de valor de la producción de carbón vegetal está conformada por: Proveedores de materia prima, productores, acopiadores, distribuidores y consumidores finales. Al realizar el análisis de la red de valor del eslabón productor, se identificaron actores que participan en más de un eslabón. Por ejemplo, productores que actúan simultáneamente como proveedores de materia prima y acopiadores, mientras que también hay complementadores y acopiadores que a su vez son proveedores de insumos. Esto se debe principalmente a que los actores buscan diversificar sus fuentes de ingresos y reducir costos. Una característica que guardan estas relaciones entre actores es que en su mayoría tienen carácter informal.

La participación de algunos actores en más de un eslabón podría traer consigo oportunidades como un mejor conocimiento y control del proceso de producción y, por lo tanto, una mejor optimización de los recursos, lo que podría impactar en la calidad del producto y los márgenes de ganancia. Sin embargo, podría ser un desafío, ya que, al participar en diversos eslabones, estos actores tienen ventajas sobre el resto, lo que puede llevar a que prioricen intereses particulares generando una competencia desleal. Por otra parte, la falta de formalidad entre actores puede generar incertidumbre entre los mismos y riesgos asociados principalmente al desabasto de materia prima e insumos, lo que podría condicionar la producción de carbón vegetal.

Finalmente, en la cadena de valor se observa una dependencia a intermediarios como principal canal de comercialización, debido a que estos actores suelen proporcionar facilidades a los productores, tales como pagos por adelantado, pagos en especie y financiamiento en la producción. A pesar de que los productores tienen conocimiento del mercado final del producto, eligen vender a intermediarios debido a su falta de recursos para el transporte de la mercancía.

Con respecto al análisis económico de la producción de carbón vegetal en dos etapas, se obtuvo que la primera (producción de materia prima) es económicamente viable, con una relación beneficio- costo de 1.27. Al realizar el

análisis de costos de producción, se identificó una necesidad de liquidez inmediata, siendo la mano de obra en actividades de manejo forestal el principal costo de producción.

Sin embargo, esta relación B/C obtenida es debido a que estas actividades son subsidiadas por un programa gubernamental esto sugiere que existe una dependencia económica importante hacia los subsidios generando que en la ausencia de este financiamiento los ingresos no serán suficientes para cubrir los costos de producción haciendo que la actividad no sea viable económicamente en el largo plazo.

Con respecto a la segunda etapa analizada (producción de carbón vegetal) desde una perspectiva financiera esta actividad es viable en el corto y mediano plazo. No obstante, desde una perspectiva económica no es viable en el largo plazo obteniendo una relación beneficio- costo de 0.82. En esta etapa se obtuvo como principal costo de producción la mano de obra.

Este resultado se debe principalmente a la tecnología utilizada en el proceso productivo, ya que, la producción es realizada de manera tradicional; las actividades son realizadas manualmente por los productores. Este tipo de tecnología presenta bajos rendimientos debido a que se tienen limitaciones en el control del proceso, lo que se refleja en una baja eficiencia de conversión de la madera en carbón vegetal.

Las propuestas de intervención están orientadas en la organización de los productores para colaborar en conjunto y acceder asesoría y capacitación técnica para obtener herramientas que mejoren sus habilidades y conocimientos promoviendo así la eficiencia operativa a través de la innovación en la creación de nuevos productos como las briquetas de carbón, carbón vegetal debidamente empaquetado, y la exploración de nuevas tecnologías de producción, como los hornos móviles así como la gestión de canales de comercialización. Esto debido a que los principales costos de producción se centran en el proceso productivo debido a la alta demanda de mano de obra no remunerada

Por lo anterior, mediante estas estrategias de intervención, principalmente aquellas dirigidas a la exploración de nuevas tecnologías de producción se pretende optimizar recursos, eficientizar las operaciones a lo largo de la cadena de valor y reducir costos de producción y tiempo de producción, favoreciendo la viabilidad económica de la actividad y la productividad. Esto contribuye a fortalecer la posición de los productores en el mercado que permita mejorar la oferta de su producto.

Asimismo, es crucial establecer un sistema de monitoreo que permita conocer el impacto de estas intervenciones, a través del establecimiento de una línea base, la cual incluya indicadores como rendimiento de la producción, tiempo de producción, costos de operación y márgenes de ganancia.

VII.LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La presente investigación enfrenta limitantes en cuanto al acceso a la información debido a que no se pudieron realizar entrevistas a todos los actores que se encuentran participando a lo largo de la cadena de valor lo que limitó la comprensión de la cadena, especialmente en lo que concierne a los últimos eslabones.

En cuanto al análisis de viabilidad económica, es importante señalar que la investigación se centra en un grupo de productores; por lo tanto, la información obtenida es específica del estudio de caso más no representativa, por lo que los hallazgos no pueden ser generalizados. Aunado a esto, la información sobre costos, precios de venta y demanda del producto tienden a tener una temporalidad, lo que quiere decir, que pueden cambiar rápidamente, afectando la validez de los resultados en un corto plazo.

Por último, no se realizó una valoración económica de los servicios ecosistémicos que se brindan al realizar actividades de manejo forestal, lo que puede afectar significativamente los resultados del análisis económico.

VIII. LITERATURA CITADA

- AAEA. (2000). Commodity Costs and Returns Estimation Handbook. In *AgEcon Search*. file:///F:/Spec 2/Traffic Delay Model.pdf
- Antal, M. J., & Gronli, M. (2003). The art, science, and technology of charcoal production. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 42(8), 1619–1640. <https://doi.org/10.1021/ie0207919>
- Avendaño-Leadem, D., Cedeño-Montoya, B., & Arroyo-Zeledón, M. S. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 63–90. <https://doi.org/10.15359/rgac.65-2.3>
- Barrera, A., Moral, J. B., Santoyo, H. V., & Altamirano, J. R. (2013). Propuesta Metodológica para Analizar la Competitividad de Redes de Valor Agroindustriales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 32, 231–244. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133366450>
- Barrera, J., Madrid, L., & Hernández, K. (2001). *La producción forestal en México a lo largo del tiempo: avances y retrocesos*. www.ccmss.org.mx.
- Bray, D. B., Merino-pérez, L., Negreros-castillo, P., Segura-warnholtz, G., Torres-rojo, J. M., Vester, Y. H. F. M., Ambientales, D. D. E., Florida, U. I. De, Uu, E. E., Sociales, I. D. I., Nacional, U., México, A. De, Condesa, C., Forestal, D., Iowa, U. E. De, Uu, E. E., No, P., Del, C., Coyoacán, C., ... Roo, Q. (2003). Los Bosques de Manejo Comunitario de México como Modelo Global para Paisajes Sustentables. *Biología de La Conservación*, 13(3), 672–677.
- Bustamante, V. (2011). *Evaluación del proceso de producción de carbón vegetal de residuos de Quercus sideroxylla Humb & Bonpl., en hornos tipo colmena brasileño*.
- Camou-Guerrero, A., Ghilardi, A., Mwampamba, T., Avila, T. O., Vega, E., Oyama, K., & Masera, O. (2014). Análisis de la producción de carbón vegetal en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México: implicaciones para una producción sustentable. *Investigación Ambiental*, 6(2), 127–138.

<https://doi.org/2007-4492>

- Cano, M., Olivera, D., Balderrabano, J., & Perez, G. (2013). Rentabilidad y competitividad en la PYME. *Ciencia Administrativa*, 2, 80–86. <https://doi.org/10.1515/9780748675692-014>
- Carrillo-Parra, A., Bustamante, V., & Foroughback, R. (2011). Factores económicos a considerar en la producción de carbón vegetal en un sistema tipo fosa. *Economía En El Manejo de Los Recursos Naturales*, January, 126.
- Carrillo, N., Hernandez, A., & Castellanos, B. (2021). El comercio del carbón vegetal y su transitar hacia la bioeconomía en México. *C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy*, 2, 55–68. <https://doi.org/10.21071/c3b.vi2.13527>
- CEPAL. (2014). *Metodología del Proyecto CEPAL-GIZ para el diseño de estrategias de fortalecimiento de cadenas de valor*. <https://doi.org/10.18356/45d3a74e-es>
- CONAFOR. (2021). *Estado que guarda el sector forestal en México*.
- da Silveira, C., Agüero, M., Villalba, M., & da Silveira, G. (2017). *Rentabilidad económica de la producción de carbón vegetal a partir de maderas reforestadas con eucalyptus sp.*
- De la Cruz-Montelongo, C., Herrera Gamboa, J., Ortiz Sánchez, I. A., Ríos Saucedo, J. C., Rosales Serna, R., & Carrillo-Parra, A. (2020). Caracterización energética del carbón vegetal producido en el Norte-Centro de México. *Madera y Bosques*, 26(2), 1–13. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2621971>
- FAO. (1983). *Métodos simples para fabricar carbón vegetal*. Roma, Italia.
- FAO. (2016). Manual de Estadísticas sobre Costos de Producción Agrícola. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*, 127. <https://www.fao.org/3/ca6411es/ca6411es.pdf>
- FAO. (2017). *The charcoal transition: greening the charcoal value chain to*

- mitigate climate change and improve local livelihoods*, by J. van Dam. Rome. FAO.
- FAOSTAT. (2022). *Producción forestal y comercio*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FO/visualize>
- Gil, C. G. (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Nº, 140*, 107–118.
- GIZ, D. G. fur I. Z. (GIZ). (2014). Tecnologías de aprovechamiento de biomasa forestal para energía en México: Viabilidad y recomendaciones generales para su selección. *Programa Energía Sustentable En México*, 1–20. https://energypedia.info/index.php?title=File:GIZ_Tecnologías_biomasa_forestal_2015.pdf&page=1
- Hakansson, H., & Ford, D. (2002). How should companies interact in business networks? *Journal of Business Research*, 55(2), 133–139. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00148-X](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00148-X)
- Hartwich, F., & Kormawa, P. (2009). Value Chain Diagnostics for Industrial Development: Building blocks for a holistic and rapid analytical tool. In *UNIDO Working Paper*. <https://doi.org/http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Humphrey, J., & Navas-Alemán, L. (2010). Value Chains, Donor Interventions and Poverty Reduction: A Review of Donor Practice. *IDS Research Reports*, 2010(63), 1–106. https://doi.org/10.1111/j.2040-0217.2010.00063_2.x
- INEGI. (2020). *Censo de población y vivienda*.
- INIFAP. (2022). *Uso de horno metálico para la producción de carbón vegetal* (Issue 618).
- Kaplinsky, R. (2000). “Spreading the gains from globalization: what can be learned from value chain analysis?” *Journal of Development Studies* (Forthcoming), 37(2).
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2000). A HANDBOOK FOR VALUE CHAIN An

Important Health Warning or A Guide for Using this Handbook. *Institute for Development Studies: Brighton, UK, September, 4–7.*

Lagrell, S., Cianian, P., Gomez, S., & Mishra, A. (2012). Sustainability and Production Costs in the Global Farming Sector: Comparative Analysis and Methodologies. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 1, Issue April).

Larreta, P., Jobbagy, E. G., & Paruelo, J. M. (2010). *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial.*

Liyama, M., Wanjira, E. O., Chenevoy, A., & Ndegwa, G. (2014). *Achieving sustainable charcoal in Kenya. Harnessing the opportunities for cross-sectoral integration Biochars modified with Moringa oleifera proteins for water treatment View project Charcoal production using improved earth kiln(iek) View project* (Issue May).
<https://www.researchgate.net/publication/263280650>

Manzón, M. de J. (2015). *Evaluación del impacto de la producción de carbón vegetal en una comunidad forestal en la Península de Yucatán, México.*

Mensah, N. O., Dickson, S., Osei-gyabaah, P., & Afotey, S. (2024). *Determinantes de la producción y comercialización de carbón vegetal en el distrito forestal de Mankranso , en la región de Ashanti. 10.*

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. Núm. 25. Diario Oficial de la Federación 1 (2018).

Millennium Ecosystem Assessment-MEA. (2005). Ecosystems and Human Well-being Synthesis. In *Island Press, Washington,DC.* (Vol. 4892, Issue 1).
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4892.1.1>

Morales, V., Muñoz Madrid, A. R., & Díaz José, J. (2018). Producción y comercialización de la leña y el carbón en el municipio de Tequila, Veracruz: Hacia un análisis situacional. *Medio Ambiente, Sustentabilidad y Vulnerabilidad*, 5, 57–71.

- Morillo, M. (2001). Rentabilidad financiera y reducción de costos. *Universidad de Los Andes Venezuela*, 1316–8533, 35–48. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25700404>
- Muñoz, M. (2010). Identificación de problemas y oportunidades en las redes de valor agroalimentarias. In *Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural* (Issue 9, pp. 103–168).
- Muñoz, M., & Santoyo, H. (1996). Competencia y cooperación en el medio rural. In CIESTAAM (Ed.), *Visión y misión agroempresarial* (Segunda ed, p. 281).
- Nabukalu, C., & Gieré, R. (2019). Charcoal as an energy resource: Global trade, production and socioeconomic practices observed in Uganda. *Resources*, 8(4), 1–27. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES8040183>
- Nalebuff, B. J., & Branderburger, A. M. (1996). *Coo-petencia* (3ª Reimp). Harvard Business School Press.
- Neven, D. (2015). Desarrollo de Cadenas de valor alimentarias sostenibles-Princios rectores. In *Desarrollo de cadenas de valor ag.* [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F08ABDF58C672EAB05257E6100672B12/\\$FILE/ParadigmaDelDesarrolloDeCadenasDeValorAlimentarias.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F08ABDF58C672EAB05257E6100672B12/$FILE/ParadigmaDelDesarrolloDeCadenasDeValorAlimentarias.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agrecultura. (2017). *La transición al carbón vegetal*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la C. y la C. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL. In *Publicación de las Naciones Unidas*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Peppard, J., & Rylander, A. (2006). From Value Chain to Value Network: Insights for Mobile Operators. *European Management Journal*, 24(2–3), 128–141. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2006.03.003>

- Porter, M. E. (1987). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*.
- Proyectos Forestales y Ambientales. (2016). *Documento Técnico Unificado de Aprovechamiento Forestal , en el predio ejidal denominado “ San Francisco ”*.
- Quintero, J., & Sánchez, J. (2006). La cadena de valor : Una herramienta del pensamiento estratégico The Value Chain : A Strategic Thought Tool. *Telos*, 8(3), 377–389.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99318788001%0ACómo>
- Ríos, I., Santos, J., & Gutiérrez, C. (2017). Biocombustibles sólidos : una solución al calentamiento global. *Revista Ciencia*, 68(4), i1–i7.
<http://revistaciencia.amc.edu.mx/online/BiocombustiblesSolidos.pdf>
- Romahn, C. F. (1992). *Principales productos forestales no maderables de México*.
- Roosa, A., Muttah, D., Larwanouc, M., & Kowerob, C. W. G. (2021). *Operaciones y necesidades de mejora en el sector informal del carbón vegetal : un análisis participativo de la cadena de valor*. 23(3).
- Ruiz, F., & Mijangos - Ricárdez, F. (2023). *El carbón vegetal: proceso de producción, calidad y rendimiento*. 1–10.
- Sagarnaga-Villegas, L. M., Salas-González, J. M., & Aguilar-Ávila, J. (2014). Ingresos y Costos de Producción 2013. Unidades Representativas de Producción.Trópico Húmedo y Mesa Central. Paneles de Productores. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Sagarnaga, V. L. M., Salas, G. J. M., & Aguilar, Á. J. (2018). Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera en Unidades Representativas de Producción. In *Serie Metodologías y herramientas para la investigación Volumen 6* (Issue August 2019).
- Schure, J., Ingram, V., Sakho-Jimbira, M. S., Levang, P., & Wiersum, K. F. (2013). Formalisation of charcoal value chains and livelihood outcomes in Central-

- and West Africa. *Energy for Sustainable Development*, 17(2), 95–105.
<https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.07.002>
- SEMARNAT. (2018). *Anuario Estadístico de la Producción Forestal* (pp. 1–298).
- Soto Aguirre, D. A., & Gysling Caselli, A. J. (2009). Productos con oportunidades de desarrollo en Chile: mucílago de algarrobo chileno (*Prosopis chilensis*). *Ciencia & Investigación Forestal*, 15(2), 255–276.
<https://doi.org/10.52904/0718-4646.2009.326>
- Soto, L. (2013). *Estrategia de competitividad para la cadena productiva del carbón vegetal en parvas, producido a partir de residuos de aprovechamiento forestal y agroforestal en el occidente de Nicaragua* (Issue 0).
- Vogel, E. (1995). *Manual para la producción de carbón vegetal con métodos simples*. 1–19.
- Walton, C. C. (1982). Management in the XXI Century. *Management for the XXI Century*, 21, 112–128. https://doi.org/10.1007/978-94-009-7404-3_11
- Wang, W., Fan, L., Li, Z., Zhou, P., & Chen, X. (2021). Measuring dynamic competitive relationship and intensity among the global coal importing trade. *Applied Energy*, 303. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117611>