REVISTA DE GEOGRAFÍA AGRÍCOLA
estudios regionales de la agricultura mexicana

https://doi.org/10.5154/r.rga.2024.74.12

Descripción y percepción de la producción tradicional de carbón vegetal en la sierra de Zongolica, Veracruz, México: Un estudio cualitativo

Miguel Ángel Vega Ortega[1]

Gregorio Hernández Salinas[2]

Sergio Ignacio Gallardo Yobal[1]

Claudia Ivet Contreras Hernández[1]*

[1]Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. km 4 carretera a La Compañía s/n, Tepetitlanapa, Zongolica. C. P. 95005, Veracruz.

[2]Tecnológico Nacional de México. Innovación Agrícola Sustentable. km 4 carretera a La Compañía s/n, Tepetitlanapa, Zongolica. C. P. 95005, Veracruz.

*Corresponding author: claudiaicontrerashernandez@gmail.com ORCID ID: 0009-0008-3710-9671.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Resumen

La madera es una fuente importante de bioenergía en el medio rural. La producción tradicional de carbón vegetal ha ido disminuyendo debido a la falta de mano de obra y escasez de árboles. El objetivo de este trabajo fue analizar la producción de carbón vegetal en la sierra de Zongolica,

considerando a las personas involucradas, el proceso productivo, la comercialización y las perspectivas a futuro de esta actividad. La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, con base en la teoría fundamentada y mediante uso de métodos etnográficos como entrevistas semiestructuradas. Los entrevistados se seleccionaron mediante un muestreo no probabilístico, con la técnica de bola de nieve. Se realizaron un total de 64 entrevistas a personas clave en el proceso de producción (con horno rústico tipo campana) y comercialización de carbón, entre los que se encuentran dueños de parcelas, carboneros y comerciantes. Se identificaron ocho especies de árboles (*Pinus patula, Alnus acuminata, Arbutus* sp., *Quercus laurina, Quercus crassifolia, Quercus calophylla, Quercus rugosa* y *Quercus affinis*), el género *Quercus* es valorado por su alto poder calorífico. La comercialización se realiza en diferentes escenarios; los productores venden a intermediarios en la comunidad de origen, productores e intermediarios comercializan en ciudades cercanas como Córdoba y Orizaba, así como, intermediarios lo venden en Puebla y Morelos. Según los carboneros, existe una tendencia clara de una disminución de la producción de carbón vegetal, específicamente mencionan que es por la falta de árboles para trabajar causada por la sobreexplotación, obligándoles a otras actividades económicas como la elaboración de muebles rústicos de madera de pino.

Palabras clave: Agroforestería, medios de vida rurales, árboles útiles, manejo tradicional, economía campesina.

Description and perception of traditional charcoal production in the Sierra de Zongolica, Veracruz. Mexico a qualitative study.

Abstract

Keywords: Agroforestry, rural livelihoods, useful trees, traditional management, peasant economy, rural economy.

Fecha de recibido: Noviembre 19, 2024.

Fecha de aceptado: Junio 18, 2025.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Introducción

La energía proveniente de la madera es la principal fuente de bioenergía a nivel mundial, representando el 12 % del total de la energía producida. Esto equivale aproximadamente a 1 863 millones de metros cúbicos anuales de leña y carbón vegetal (FAO, 2017) la dependencia es aún mayor en las zonas rurales, donde constituye la principal fuente de energía; alrededor de 2 400 millones de personas dependen exclusivamente de ella para cocinar y calentarse, aportando hasta el 50 % del suministro energético en 29 países, principalmente en África y Latinoamérica (FAO, 2017; Naeher et al., 2007).

El aumento en la demanda de productos dendroenergéticos sitúa a esta actividad en un nuevo escenario global, en el que su papel como fuente de energía contrasta con sus posibles implicaciones ambientales y sociales. Aunque se considera una fuente renovable, su uso intensivo puede generar impactos negativos en el medio ambiente, ya que es una de las principales emisoras de gases de efecto invernadero (GEI) y se encuentra vinculada a problemas de salud respiratoria, especialmente en contextos donde se emplean tecnologías inadecuadas (Masera et al., 2011; Naeher et al., 2007).

En México, no existen estadísticas precisas sobre los volúmenes de producción y consumo de dendroenergía (carbón y leña), ya que la mayor parte de la producción se realiza sin permisos de aprovechamiento en comunidades rurales, donde la madera se destina principalmente al autoconsumo (Mwampamba et al., 2013). Se estimó que se extraen aproximadamente 38.5 millones de metros cúbicos de madera anuales con fines energéticos, de los cuales 24 millones de m^3 se destinan al sector doméstico y 6 millones de m^3 al sector comercial, representando el 8.7 % del total de energía consumida en México (FAO, 2017).

En nuestro país, la mayor parte de la dendroenergía se realiza con madera de diferentes especies del género *Quercus* y mezquites (*Prosopis* spp.). La producción de carbón vegetal es vital en las comunidades rurales, ya que contribuye al sostenimiento de los medios de vida (Zulu & Richardson, 2013). Los sistemas que producen dendroenergía han sido poco estudiados debido a

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

que las dinámicas productivas y culturales son específicas para cada sitio en particular (Mwampamba et al., 2013).

Desde la época prehispánica, en la sierra de Zongolica se ha llevado a cabo un aprovechamiento múltiple de los recursos forestales, que incluye actividades como la construcción, la obtención de leña y la elaboración de carbón vegetal (López Binnqüist et al., 2020). Esta tradición económica, relacionada con la venta de carbón vegetal, ha generado empleos directos e indirectos, además de ofrecer ingresos adicionales que contribuyen a satisfacer las necesidades cotidianas de las comunidades (López Binnqüist et al., 2020). Los municipios más destacados en la producción de carbón son Atlahuilco, en Veracruz, y Xoxocotla, ambos con una producción aproximada de 156 m^3 de carbón (INEGI, 2007).

El carbón vegetal desde la época prehispánica ha sido demandado fuera de la sierra. Se utiliza para la preparación de platillos en la comida callejera, generación de calor, sahumerios (Rodríguez-López, 2000). Debido a que la producción de carbón vegetal se realiza con especies protegidas en México, esta actividad se encuentra en un estado de ilegalidad. Es decir, debido al nivel de protección de las especies, no existen planes oficiales de aprovechamiento ni autorizaciones para su explotación.

Las escasas ganancias y la ilegalidad de esta actividad representan una de las principales razones por las que los jóvenes muestran poco interés en aprender a producir carbón vegetal, lo que pone en riesgo las dinámicas sociales y económicas de la región. Nos preguntamos: ¿Cuáles son los aspectos relevantes en la producción de carbón vegetal en la sierra de Zongolica? Planteamos como objetivo describir esta actividad en relación con el proceso de producción, las especies utilizadas y las percepciones de los productores sobre el futuro de la actividad en la zona, con el fin de promover políticas públicas y acciones de protección para las especies empleadas.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Metodología

Zona de trabajo

La sierra de Zongolica se encuentra en el centro del estado de Veracruz, en la Sierra Madre Oriental. Este estudio abarcó 26 comunidades ubicadas en los municipios de San Andrés Tenejapa, Tequila, Zongolica, Atlahuilco, Tlaquilpa, Mixtla de Altamirano, Texhuacan, Soledad Atzompa y Xoxocotla (Figura 1). Debido a que la producción de carbón vegetal es una actividad ilegal, ya que carece de planes y permisos de aprovechamiento registrados ante las autoridades forestales federales, se seleccionaron comunidades pertenecientes a los municipios reportados como principales productores de carbón.

La zona presenta una gran variación altitudinal (Zongolica a 500 y Xoxocotla a 3000 msnm). Los tipos de vegetación donde se realizó el presente estudio son: el bosque mixto de pino-encino (*Pinus patula, P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *Quercus rugosa, Q. crassifolia* y *Q. laurina*), y el bosque mesófilo de montaña (*Liquidámbar* spp., *Magnolia* spp., *Alnus acuminata*, *Carpinus tropicalis* var. *caroliniana, Ternstroemia lineata subsp. lineata* y *Tilia americana*) (Challenger & Soberón, 1998).

Los suelos predominantes en la zona son Luvisoles y Regosoles, acompañados de formaciones kársticas de piedras calizas y numerosas colinas o sótanos. Estas formaciones presentan cerros con pendientes que varían entre el 5 y el 30 %, lo cual dificulta la labranza con maquinaria agrícola (Medina-Chena et al., 2010). Zongolica es una de las regiones indígenas más importantes de México, con una población total de 173 891 habitantes, de los cuales aproximadamente el 73 % habla náhuatl (Del Val et al., 2008). La tenencia de la tierra es en pequeña propiedad minifundista, con un 77 % de las parcelas que tienen un promedio de 3.0 hectáreas, por debajo del promedio estatal de 9.9 hectáreas (INEGI, 2007). La producción de carbón vegetal se realiza en fragmentos forestales dentro de parcelas agroforestales ubicadas en áreas de mayor pendiente y pedregosidad, compuestas por bosques secundarios de encino, bosque mesófilo de montaña y plantaciones de pino (*Pinus patula*). Estas actividades se mantienen mediante un aprovechamiento cíclico y no regulado de bajos volúmenes, que incluye la producción periódica de madera, carbón de encino y leña, gestionados tradicionalmente mediante la cosecha de rebrotes, conocidos en náhuatl como “tlaxmoloh o tlaxmoli”. Como práctica de manejo, se realizan cortas selectivas en los rebrotes para promover su crecimiento, y después de la cosecha, se cultiva milpa durante dos o tres años (Vega-Ortega et al., 2025).

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

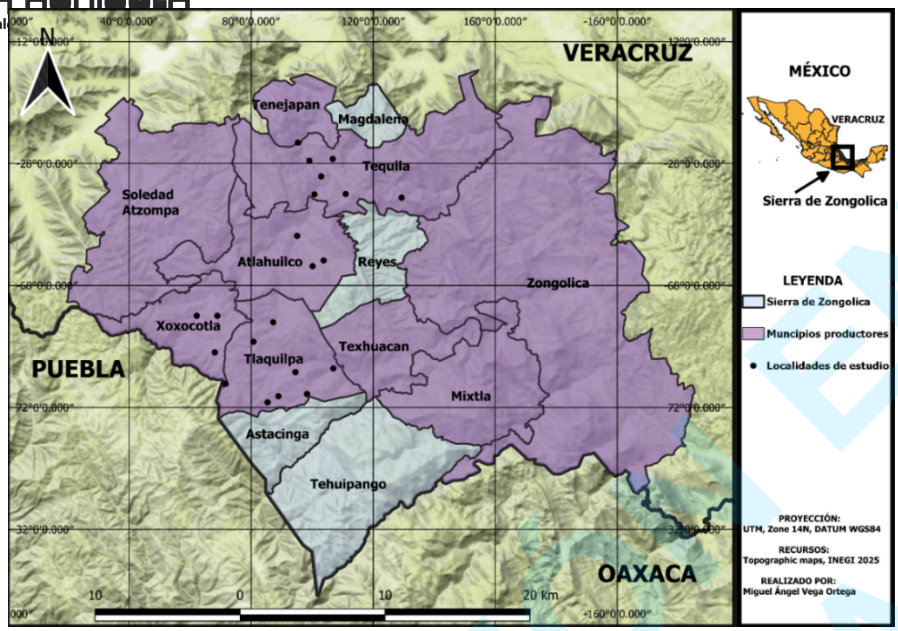

Figura 1. Ubicación de la sierra de Zongolica.

Enfoque metodológico e instrumento de evaluación

Este estudio se basa en una investigación cualitativa, especialmente en la teoría fundamentada (Flick, 2015; Palacios Rodríguez, 2021). Se emplearon métodos etnográficos, como entrevistas semiestructuradas y observación directa (Ander-Egg, 2003). Debido a que la producción de carbón vegetal opera en un contexto de ilegalidad, los participantes se seleccionaron mediante la técnica de bola de nieve, un método de muestreo no probabilístico que consiste en reclutar sujetos de estudio a partir de las referencias proporcionadas por los propios participantes iniciales (Flick, 2015).

Los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y expresaron su consentimiento de manera libre y respetuosa, aceptando ser visitados en sus hogares o en sus lugares de trabajo. Se entrevistaron a 64 personas clave en el proceso de producción de carbón, incluyendo propietarios de parcelas, comerciantes y carboneros. La mayoría fueron hombres cuyas edades oscilaban entre 19 y 73 años. Los temas abordados en las entrevistas incluyeron: (a) información de los propietarios de las parcelas, (b) la importancia de los carboneros en la modelación del

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

paisaje, (c) el proceso de elaboración y comercialización del carbón vegetal, (d) las especies utilizadas y (e) sus percepciones sobre la producción de carbón. Las entrevistas se llevaron a cabo entre enero y junio de 2023.

Análisis de datos

El análisis de las entrevistas se llevó a cabo siguiendo el método propuesto por Flick (2015) y Rodríguez-Sabiote (2003), que incluyó la transcripción de las entrevistas, la elaboración de tablas para la organización de resultados y la formulación de conclusiones. Esta aproximación permitió describir el proceso de elaboración del carbón vegetal, tipificar a los productores, analizar la dinámica de precios, la importancia de los carboneros en la modelación del paisaje y el estado actual de la producción en la sierra de Zongolica. Las especies botánicas se caracterizaron por su nombre común y, posteriormente, se consultaron sus nombres científicos en el Herbario ZON del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Para describir la red de comercialización, se realizó un análisis de redes complejas utilizando el software UCINET-NETDRAW 6.3 (Borgatti et al., 2002). La interpretación de esta red se abordó desde la perspectiva de la investigación cualitativa (Flick, 2015).

Resultados

Tipificación de productores

Se realizaron 64 entrevistas a informantes clave, quienes representan diversos perfiles con conocimientos y experiencias específicas relacionadas con las distintas etapas y procesos de la

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

actividad. La edad de los productores osciló entre los 20 y 76 años; el grupo de 31 a 40 años constituyó el 16 % de los entrevistados, el de 41-50 el 25 %, mientras que aquellos mayores de 50 años representaron el 48 %. En cuanto al sexo, 62 fueron hombres y 2 mujeres. Los informantes con al menos 40 años de experiencia sumaron 8, y en el rango de 31 a 40 años se registraron 17 (Cuadro 1). Además, el 94 % de los participantes trabaja con algún familiar, en tanto que el 6 % trabaja solo o contrata personas. La forma más frecuente de aprender las técnicas de elaboración de carbón es a través de padres, tíos o abuelos, con un 64 % de los casos; un 28 % aprendió por cuenta propia y el 8 % lo hizo mediante un empleador (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características sociales de los informantes

Actividad	**Informantes**	**Años de experiencia**	**Porcentaje**
Dueño de parcela	47	1-10	22
Dueño-Comerciante	3	11-20	19
Dueño-Carbonero-Comerciante	2	21-30	16
Comerciante	3	31-40	29
Maestro carbonero	8	>40	14
Carbonero-Comerciante	1		
Edades	**Porcentaje**	**Forma de aprendizaje**	**Porcentaje**
20-30	11	Familiar	64
31-40	16	Solo	28
41-50	25	Externo (patrón)	8
>50	48		

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas de campo.

Se identificaron tres categorías de informantes: los propietarios de parcelas donde se encuentran los árboles, los carboneros que elaboran el carbón y los comerciantes. A continuación, se describen en detalle:

1. Dueños de parcelas. Son personas propietarias de terrenos, y se reconocen dos tipos: (a) aquellos que alquilan o arrendan sus terrenos a personas que se encargan de producir carbón, recibiendo generalmente el 50 % de las ganancias; (b) aquellos que trabajan sus propios terrenos para producir carbón vegetal y además se encargan del empaquetado y la comercialización del producto tanto en la comunidad como en otras ciudades.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

2. Productores de carbón. Se distinguen dos tipos: (a) los maestros carboneros o productores experimentados, en su mayoría adultos mayores que se dedican a esta actividad de tiempo completo. Son reconocidos por su amplio conocimiento y experiencia en la elaboración del carbón; (b) las personas de edad media o jóvenes que también se dedican a la producción de carbón. Este grupo, formado por maestros y jóvenes, generalmente no poseen parcela propia, pero cuentan con un profundo conocimiento sobre los tipos de árboles, edades aprovechables, ciclos de corta y las técnicas generales de producción.

3. Comerciantes. Existen dos tipos: (a) aquellos que acumulan carbón a nivel local y lo venden a intermediarios en costales, o lo embolsan para vender en mercados o en ventas ambulantes en las ciudades de Orizaba y Córdoba; (b) los intermediarios externos a la región, quienes recorren distintas comunidades comprando carbón para vender en ciudades cercanas o en lugares como Tehuacán, Puebla, y Cuernavaca.

Las categorías de productores antes mencionadas no son fijas ni excluyentes; pueden cambiar con el tiempo o combinarse, como ser dueños y comerciantes o carboneros y comerciantes. En total, ocho informantes son carboneros, uno es carbonero-comerciante, tres son exclusivamente comerciantes, dos son dueños-carboneros-comerciantes y tres más son dueños-comerciantes. Además, 47 son propietarios de parcelas (Cuadro 1). Cuando los informantes no disponen de terrenos propios, establecen acuerdos para acceder a los árboles y producir carbón. Entre estos acuerdos se encuentran: (a) la compra de árboles en propiedades ajenas; (b) la renta de parcelas por uno a tres años, incluyendo en ese período el uso del espacio para sembrar maíz después de aprovechar los árboles; (c) la participación en sociedades, en las que el dueño de la parcela aporta los árboles y el carbonero realiza la producción, dividiendo las ganancias al comercializar el producto; y (d) que el dueño de la parcela contrate a un carbonero, quien recibe un pago por kilo producido o un sueldo por los días laborados.

Importancia de los carboneros en la modelación del paisaje

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Existen diferentes tipos de actores en la producción de carbón, siendo los maestros carboneros los que tienen mayor influencia sobre la modelación del paisaje, debido a que son ellos los que manejan los montes durante largos periodos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Percepciones e importancia de los carboneros en la modelación del paisaje.

"*Recibí la parcela hace 30 años y voy agarrando por pedazos, agarro de la loma y de ahí voy dándole la vuelta".* F. H. C. 56 años.
"Cuando cortamos los árboles lo dejamos abandonado, porque ahí retoñan las plantas y vuelve a crecer el monte". A. J. T. 62 años.
"A mí me contratan porque el dueño no quiere que leñe cualquiera, trabajaré este terreno y llegaré hasta allá arriba del cerro. Terminando de aquí me voy a otro lado, donde voy a trabajar como dos hectáreas de encinera donde trabajo cada año". "Mira, este cerro yo lo trabajé y ve los encinos, ya van saliendo. De aquí a tres años ya se tupió de nuevo e irá de este lado para abajo". J. C. H. 58 años.
"*Los terrenos los vamos rotando, si se corta de un lado al cabo del tiempo cuando se regresa los árboles de encino ya están grandes".* S. M. 37 años.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas de campo.

Proceso de elaboración de carbón vegetal

En Zongolica, la producción de carbón vegetal se realiza de manera rústica, empleando herramientas y tecnologías sencillas como machetes, motosierras, fuego y tierra. El proceso inicia con el derribo y corte de los árboles en secciones de aproximadamente 1.20 metros de longitud, con diámetros que varían entre 5 y 10 cm. Posteriormente, la madera se deja secar al sol durante 7 días. Sin embargo, algunos productores no permiten que la madera se seque completamente, debido a la necesidad de acelerar el proceso de producción de carbón.

El horno se construye colocando la madera en posición vertical, formando recargas de trozas apiladas unas sobre otras. Luego, la madera se cubre con tierra negra y hojarasca, dejando huecos

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

en la parte inferior para permitir la entrada de oxígeno. Este tipo de horno es conocido como horno de tierra, chabete, colote o muelas (Wolf & Vogel, 1985), y en la región se denomina "tekoltlalli" en lengua náhuatl. El proceso de carbonización dura de cinco a nueve días, dependiendo del tamaño del horno. Al finalizar, se deja enfriar y se retiran las trozas hasta desmontar el horno por completo.

El producto final se empaca en costales que oscilan entre 25 y 45 kilos aproximadamente. Posteriormente, se traslada a la vereda o comunidad más cercana para su venta directa a consumidores, en establecimientos comerciales o a intermediarios. La cantidad de carbón producida varía según el tamaño del horno y las especies utilizadas, pudiendo alcanzar entre 250 y 500 kilos por horno (Figuras 2 y 3).

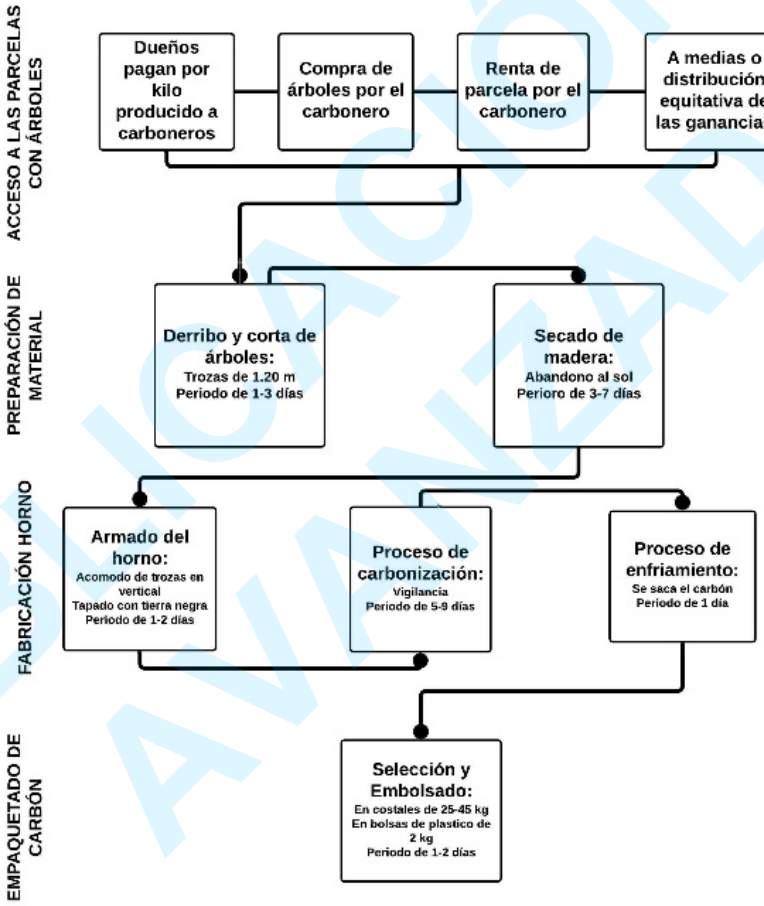

Figura 2. Fases del proceso de producción de carbón vegetal en la sierra de Zongolica.

Fuente: Entrevistas de campo.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

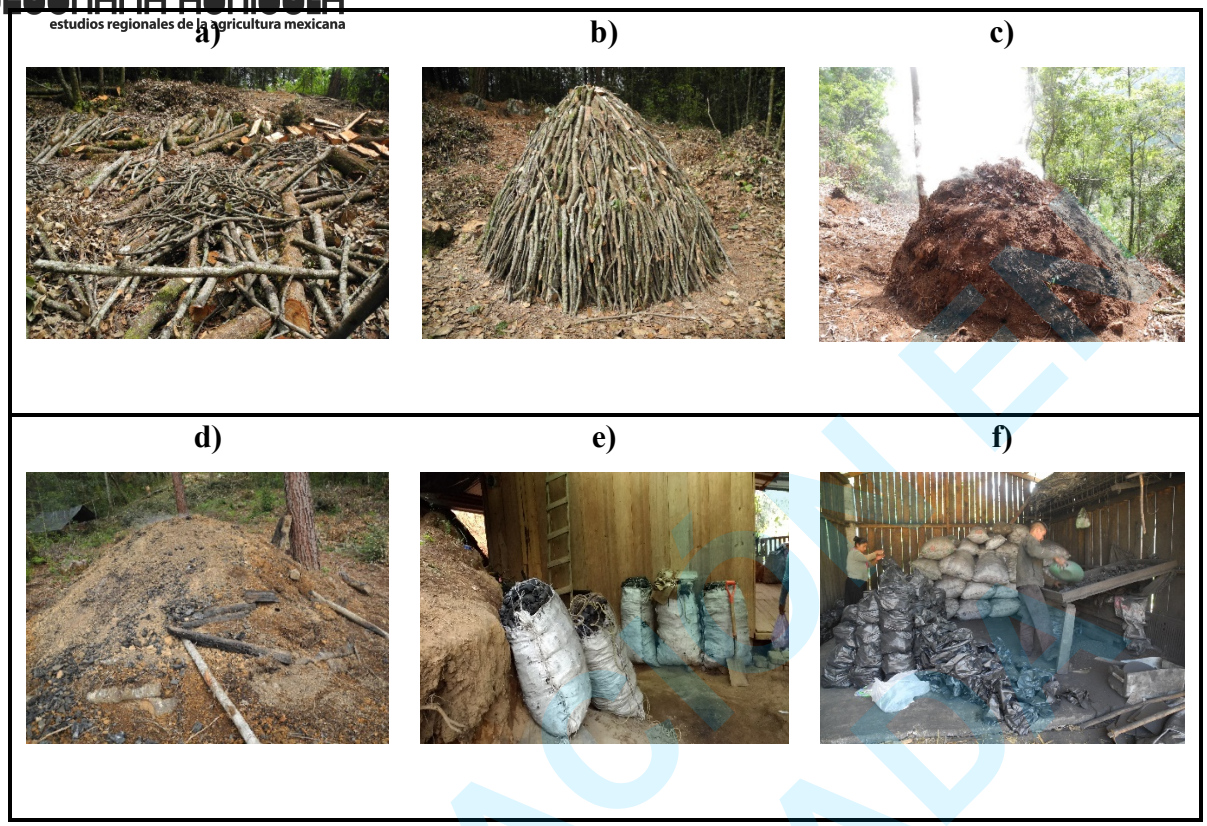

Figura 3. Proceso de elaboración de carbón vegetal. a) corta y secado de la madera, b) armado del horno, c) horneado de madera, d) enfriamiento del horno, e) encostalado para transporte y f) empaquetado para venta (bolsas de 2 kg).

Fuente: Entrevistas de campo.

Especies utilizadas en la elaboración de carbón vegetal en Zongolica

La mayoría de los entrevistados mencionó que destina alrededor del 40 % de su terreno a la dendroenergía. Su importancia quedó evidenciada en las respuestas de los entrevistados tras preguntarles qué es lo que consideraban más importante dentro de sus parcelas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Testimonios sobre los usos y productos más importantes en las parcelas.

"Lo más importante que obtengo de mi parcela es la leña de ilite y encinos para carbón vegetal, pues es la que hay en más abundancia" (E. C. 26 años).

PUBLICACIÓN AVANZADA

"Lo más importante son los encinos, porque con ellos hago el carbón y lo vendo para tener dinero cuando se necesita, la leña porque se ocupa para la casa y construcción de alguna casita" (C. Z. M. 76 años).

"Lo más importante son los pinos de donde obtengo madera y encinos para producir carbón vegetal" (J. L. T. C. 43 años).

"Lo más importante podrían ser los ocotes, porque de ellos obtengo la madera para fabricar muebles, que es mi oficio principal" (R. I. I. 48 años).

"Los pinos y los encinos, porque de los pinos obtengo madera para venta y los encinos para vender, los árboles para producción de carbón" (S. H. S. 47años).

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas de campo.

En cuanto a las especies de uso forestal para carbón vegetal, en el 62 % de las parcelas se manejan de tres a cuatro especies, y solo en una parcela se reportan más de seis especies. Los géneros taxonómicos más frecuentes fueron: *Quercus* y *Alnus,* presentes en 30 y 22 % de las parcelas, respectivamente. En total se identificaron ocho especies de árboles utilizados para la producción de carbón *Pinus patula, Alnus acuminata, Arbutus* sp., *Quercus laurina, Quercus crassifolia, Quercus calophylla, Quercus rugosa* y *Quercus affinis*. Debido a que las especies utilizadas se encuentran mezcladas entre ellas, fue importante registrar cuales combinaciones eran las predilectas para la elaboración de carbón, la predominante fue *Quercus* sp., *Alnus* sp. otros. La presencia de estas combinaciones no es exclusiva de cada parcela, puede haber la misma combinación en varias de ellas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Grupos taxonómicos usados para la producción de carbón

Combinación	Porcentaje
Quercus-Alnus-Otros	18
Quercus-Pinus-Alnus-Arbutus	12
Quercus	10
Quercus-Pinus	10
Quercus-Pinus-Alnus	10
Quercus-Otros	10
Quercus-Pinus-Arbutus	7
Otro	7
Pinus-Otros	5

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Alnus-Otros	5
Alnus	2
Pinus-Alnus-Arbutus	2
Todas las especies	2

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas de campo.

Comercialización del carbón vegetal

Se identificaron tres principales estrategias de comercialización, determinadas por la disponibilidad de vehículos para el transporte del producto. Con frecuencia, los productores deben vender a intermediarios locales o regionales que llegan a comprar en sus comunidades. La primera estrategia consiste en vender costales de 25 a 30 kg llevados a pie de camino, donde un intermediario los adquiere regularmente por aproximadamente $250.00. El precio en el punto de venta varía entre $6.00 y $8.00 por kilogramo. La segunda estrategia implica trasladar los costales al comprador local, quien adquiere el producto por peso en kilogramos mediante acuerdos previos; en estos casos, el costo del costal es de aproximadamente $270.00 y el precio por kilogramo oscila entre $7.00 y $9.00.

La tercera estrategia consiste en la venta directa por parte de los productores en ciudades, donde ofrecen el costal a $300.00 o bolsas de 2 kg en diversos mercados regionales o pequeñas tiendas, logrando un precio final de aproximadamente $10.00 por kilogramo. Se encontró que la mayor parte de la producción se comercializa en el mercado regional, especialmente en la ciudad de Orizaba, así como en Puebla, que también es un punto importante de venta. A nivel local, la comunidad de Zacamilola es la principal receptora de carbón. Finalmente, se identifica un mercado emergente en Cuernavaca, Morelos, así como en Tlaxcala y Tehuacán, en Puebla (Figura 4).

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

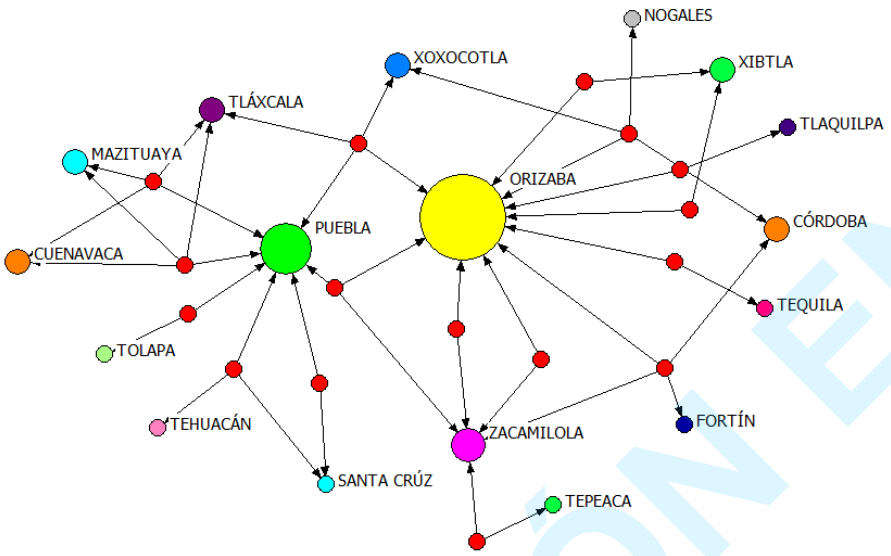

Figura 4. Red de destinos de venta del carbón vegetal.

Fuente: Entrevistas de campo.

Perspectivas de los informantes sobre la producción actual de carbón vegetal

La producción de carbón se lleva a cabo en sitios donde existe regeneración vegetativa mediante rebrotes, utilizando el método de monte bajo o coppice. Siete productores entrevistados mencionaron que la producción de carbón vegetal ha disminuido por diversas causas, principalmente por la reducción del arbolado destinado a dendroenergía, como encinos o ilites. Además, existe una tendencia a sustituir las especies tradicionales por plantaciones de pino, ya que estas ofrecen mayores beneficios económicos por su venta como muebles. Por otro lado, algunos productores señalaron que la producción ahora es más rápida debido a la disponibilidad de herramientas como machetes, hachas y motosierras, las cuales facilitan el trabajo, reducen los tiempos de producción y disminuyen la cantidad de materia prima utilizada. También indicaron que, gracias a la existencia de una red de caminos y mejores vías de comunicación, pueden transportar el producto con mayor rapidez a lugares más distantes (Cuadro 5).

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Cuadro 5. Percepciones sobre la tendencia en la producción

"Hay menos producción, porque los árboles que quedan ya no quieren venderlos, más gente se dedica a vender y menos a producir" S. H. S., 47 años.
"Hay menos producción de carbón. Ya no hay tantos árboles para trabajar". J. L. T. C., 43 años.
"Hay más producción porque hay herramientas para trabajar y con la carretera se puede sacar mayor producción en poco tiempo.". S. H. S., 47 años.
"Ha disminuido por la falta de encinos". S. M.P. 35 años.
"Antes había más monte, pero ahora ya lo vienen acabando porque la gente necesita dinero, entonces se ha acabado la producción". V.M.S., 54 años.
"Con el paso del tiempo se va cambiando el tipo de vegetación, se pierden los encinos siembran otros árboles como ocotes, por eso se deja de producir". C.Z.M. 75 años.
"Yo creo que aumentó, antes no se veía a pesar de que había tanta producción creo que el movimiento comercial era más lento, tal vez había menos población o se dificultaba más el transportarlo, pero a partir que hubo más acceso a caminos, hay camionetas así chiquitas de batea que llevan así embolsado carbón, camionetas de 3 toneladas y camiones torton". J. C. B. 57 años.
"Lo que pasa que antes había bastante leña y había de todo, ahorita ya escaseo mucho. Se deja para el carbón ya que es más costoso, pero cada vez hay menos". R. I. P. 53 años.
"Antes se producía más pero ya casi no. Ya ahora se dedican a sacar madera, o sea van cambiando la actividad o para hacer muebles. Es porque ya no hay árboles, de encinos hay muy pocos, si cortan uno grande tarda como 10 años". M. D. G. 43 años.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas de campo.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Discusión

Aviso de los informantes

La producción de carbón vegetal se realiza generalmente en la parcela familiar, la cual proporciona ingresos a partir de diversas actividades (Vega-Ortega et al., 2021). Se ha documentado que esta actividad involucra principalmente al núcleo familiar, por lo que la participación de los informantes es fundamental para la elaboración de los enseres del hogar (Araujo et al., 2009). Entre las características de los informantes que tienen mayor peso en las actividades productivas, una de las más relevantes es la tipología de productores, ya que algunos de ellos fomentan o reducen el uso y manejo de ciertas especies (Shukla et al., 2029).

En Zongolica, se prestó especial atención a los dueños de parcela, ya que son quienes toman las decisiones relacionadas con el manejo de sus terrenos. Los tipos de dueños se clasificaron según la forma en que organizan su trabajo: algunos trabajan su propia tierra, mientras que otros la rentan o participan en actividades en las que comparten las ganancias obtenidas con los carboneros. Los acuerdos para trabajar la tierra han sido abordados en otras investigaciones; por ejemplo, Levasseur et al. (2000) encontraron que en Belice el 60 % de los informantes rentaban parcelas para sus actividades productivas, en contraste con Zongolica, donde predominan los informantes que poseen terrenos propios. Los propietarios son fundamentales para comprender cómo se modelan los paisajes, conformando configuraciones específicas en cada región (Butler et al., 2017; Häyrinen et al., 2015). Lo reportado en este trabajo coincide con otros estudios respecto a la importancia de la tenencia de la tierra como característica principal para el manejo agroforestal en parcelas pequeñas (Byron, 2001). Esto demuestra el amplio conocimiento que tienen los productores de parcelas en la sierra de Zongolica para adaptarse a las diversas condiciones sociales y físicas del entorno, adoptando diferentes formas de manejo de la tierra y, así, conformando paisajes agroforestales característicos de esta región.

Principales especies vegetales utilizadas

No se puede determinar con exactitud cuándo comenzó el uso del aprovechamiento por rebrote en la Sierra de Zongolica; sin embargo, el hecho de que cuente con un término nahua, “tlaxmoloh” o “tlaxmoli”, sugiere que existe un conocimiento ancestral respecto al tipo de crecimiento vegetativo

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

(Vega-Ortega et al., 2025).

Un aspecto distintivo en la gestión de estos bosques rurales es la participación de dos grupos de actores. Por un lado, los campesinos propietarios llevan a cabo prácticas silvícolas, como la poda de retoños más delgados o gruesos, la siembra de árboles y el cuidado de su crecimiento para mantener la cobertura arbórea en las áreas escarpadas de sus pequeñas parcelas. Por otro lado, los carboneros coordinan las actividades de tala y producción final, rotando las cosechas entre diferentes parcelas, lo que resulta en un manejo organizado de su territorio (López Binnqüist et al., 2020).

En Zongolica, el componente forestal dedicado a la producción de carbón ocupa aproximadamente la mitad del total de la parcela agroforestal (40 %), generalmente en manchones de bosque, considerando que el tamaño de las parcelas es reducido. Se observa la importancia que los productores atribuyen a este componente, ya que en él se obtienen productos destinados a la venta, como el carbón vegetal. El tamaño del componente forestal puede variar según los objetivos de los propietarios, registrándose rangos que van desde el 60 hasta el 89 % del total de la parcela familiar (Moreno-Calles et al., 2014; Starke et al., 2020).

Las especies forestales siguen siendo recursos importantes en las zonas rurales, y su diversidad está estrechamente vinculada con la cultura y el medio ambiente en el que se encuentran (Gual-Díaz et al., 2020). En cuanto al manejo de las especies para dendroenergía, los resultados de este estudio coinciden con lo registrado en Europa y Estados Unidos, donde se documenta que estas especies han sido promovidas y conservadas durante largo tiempo mediante la reproducción vegetativa a través del manejo de monte bajo, lo que garantiza su presencia prolongada (Del Tredici, 2001; Stajic et al., 2009).

En Zongolica, la mayoría de los entrevistados utilizan alrededor de siete especies de árboles para la producción de carbón, siendo el género Quercus el más valorado y, por lo tanto, promovido por los informantes debido a la calidad de su madera. Las especies del género *Quercus* habitan naturalmente en la zona de estudio; sin embargo, han sido promovidas históricamente en bosquetes dentro de sistemas agroforestales, los cuales se han manejado mediante el método de monte bajo o coppice, a través de la reproducción vegetativa de rebrotes (Vega-Ortega et al., 2025). Como señalan Long & Nair (1999), el número de especies forestales mantenidas en parcelas puede ser relativamente bajo como resultado de un manejo prolongado. Esta característica coincide con

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

estudios realizados en otras regiones de México e India, donde se reporta el uso de dos a tres especies de encinos (Rai et al., 2002).

Los encinos han sido utilizados tradicionalmente para diversos fines y se consideran de gran importancia como materia prima básica, utilizada en construcción, elaboración de carbón y fabricación de mangos para herramientas. Además, son un recurso natural renovable, ya que sus frutos son consumidos por el ganado porcino, sus hojas se emplean como condimento y para envolver tamales, y en algunos casos se utilizan en el curtido de pieles (Bainbridge, 1986). Asimismo, proporcionan servicios ambientales fundamentales, como la producción de oxígeno, captura de dióxido de carbono, filtración de ruido, reducción de la erosión del suelo, regulación de la temperatura y hábitat para diversas especies de epífitas. También presentan usos medicinales, ya que sus partes se emplean para calmar dolores, tratar diarrea y epilepsia (Arizaga et al., 2009). Por otra parte, la madera de encino ocupa el segundo lugar en aprovechamiento forestal en México, después de los pinos, representando aproximadamente el 9 % del total de la madera aprovechada en el país (Pérez-Olvera et al., 2000).

En el caso de los encinos, el número total de especies encontradas en Zongolica es menor que el reportado en otros estudios. Por ejemplo, en Michoacán se registraron nueve especies utilizadas para diversos fines; sin embargo, a pesar de ser un estudio regional, se observó un alto número de especies presentes en todos los fragmentos de bosque (Aguilar-Romero et al., 2016). Consideramos que la dominancia de las especies de encino en la zona de estudio se debe a su amplia distribución, su adaptación a las características del suelo y a la promoción de su uso debido a su alto valor económico, ya que son ampliamente valoradas en la región para la elaboración de carbón vegetal.

Aspectos relevantes de la comercialización

En la sierra de Zongolica, el manejo forestal y agroforestal ha sido desarrollado a lo largo de varias generaciones como una estrategia de adaptación a las condiciones ambientales y productivas heterogéneas (López Binnqüist et al., 2020). Como parte de este manejo, destaca la producción de

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

materia prima para carbón vegetal, actividad que ha sido fundamental en la vida diaria de sus habitantes. Esto evidencia un conocimiento local sobre las especies utilizadas, las condiciones productivas de sus parcelas y forma parte de una actividad económica esencial para muchas familias nahuas, así como para otras que participan en la amplia red de comercialización de carbón en las ciudades cercanas (Vega-Ortega et al., 2021).

El carbón ha sido utilizado históricamente para la preparación de platillos en ocasiones especiales, para proporcionar calor durante el invierno y, desde la época prehispánica, ha sido un producto con demanda fuera de la Sierra de Zongolica (Rodríguez-López, 2000). Actualmente, se emplea para sahumerios en eventos religiosos, que son importantes en la vida cotidiana de los habitantes, y para la venta de comida en la vía pública a pequeña escala. Sin embargo, la mayor parte de la producción se comercializa fuera de la sierra, principalmente en las ciudades cercanas e incluso en otros estados. Esta característica ha sido documentada en otros estudios, donde se indica que la comercialización de carbón vegetal suele realizarse en ciudades próximas a los centros de producción, principalmente en comunidades indígenas con recursos limitados y sin vehículos propios (Häyrinen et al., 2015).

La carencia de vehículos propios por parte de los productores en Zongolica ha provocado que la cadena de valor del carbón vegetal esté dominada por intermediarios. Esto puede generar desventajas económicas para los productores, quienes reciben bajos precios por su producto en comparación con el valor que paga el consumidor final, beneficiando directamente a los intermediarios (Nabukalu & Gieré, 2019). Se estima que el ingreso promedio de un productor de carbón vegetal es de aproximadamente $5,000.00 mensuales, invirtiendo cerca de 45 horas por semana (Camou-Guerrero et al., 2016). El precio del carbón vegetal está determinado por la demanda del mercado y es establecido principalmente por los intermediarios, por lo que los productores deben aceptar los márgenes de ganancia estipulados por estos comerciantes (Häyrinen et al., 2015).

Debido a las altas demandas de productos forestales en las ciudades, los recursos naturales se ven seriamente afectados, principalmente por el incremento de la deforestación (Girard, 2023; Nabukalu & Gieré, 2019). En Zongolica, la producción de carbón ha disminuido debido a la escasez de árboles disponibles para su elaboración. Además, es importante destacar que, debido a la urbanización y a la producción comercial, las prácticas y tecnologías actuales en la producción de

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

carbón se enfocan más en el valor económico que en el valor ecológico y social, lo que puede tener consecuencias desconocidas a largo plazo (Trossero, 2002).

La mayor parte de la producción y comercialización de carbón en México, y específicamente en Zongolica, se realiza en un contexto de informalidad e ilegalidad. Además, esta actividad es considerada de subsistencia marginal y poco rentable, por lo que los beneficios obtenidos son mínimos (Camou-Guerrero et al., 2014). Algunos estudios sugieren que una prohibición de la producción y venta de carbón sería contraproducente: en lugar de reducir la actividad, promovería las operaciones clandestinas y dificultaría el control y registro de esta (Eniola y Odebode, 2018). Finalmente, al igual que en otros casos en Zongolica, se menciona que la falta de regulación favorece la centralización en los acopiadores y transportistas, quienes controlan el proceso de comercialización. Esto puede generar conflictos con los productores, quienes arriesgan la venta en las ciudades debido a las constantes extorsiones y decomisos de su producto (Camou-Guerrero et al., 2014).

En Zongolica, el sistema de comercialización está dominado por intermediarios, lo que limita las ganancias directas de los productores. Esto puede generar una percepción de distribución injusta de los beneficios económicos, en la que los intermediarios obtienen la mayor parte de las ganancias. La percepción de los campesinos sobre los bajos precios que reciben por su carbón vegetal y la falta de acceso directo a los mercados puede desmotivarles a invertir en mejorar la calidad del producto. Los productores de carbón suelen ver esta actividad como una forma de obtener ingresos rápidos, por lo que no suelen priorizar la calidad del producto final. Finalmente, la desigualdad en las ganancias puede conducir al abandono de esta actividad en la región.

El proceso de elaboración de carbón vegetal artesanal en Zongolica

Como se ha mencionado, la producción de carbón vegetal en la sierra de Zongolica se realiza en pequeñas parcelas agroforestales que combinan componentes agrícolas, pecuarios y forestales en pequeños manchones de árboles manejados mediante el método de monte bajo (Vega-Ortega et al., 2025). Por ello, consideramos que los campesinos poseen un amplio conocimiento sobre la gestión de los recursos forestales y la producción de carbón vegetal, actividad que se ha llevado a cabo

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

durante muchos años, gestionando los bosquetes o manchones de bosque. Aunque algunos productores han notado cambios en la disponibilidad de recursos, el acceso a maquinaria y a vías de comunicación, el proceso de elaboración del carbón en Zongolica sigue siendo básicamente artesanal, realizado principalmente en hornos rudimentarios. Este método de fabricación no ha cambiado en los últimos 500 años. El horno se construye colocando la madera en posición vertical, cargando las trozas unas sobre otras. Luego, la madera se cubre con tierra negra y hojarasca, dejando huecos en la parte inferior para permitir la entrada de oxígeno. Este tipo de horno se conoce como horno de tierra, chabete, colote o muelas (Wolf & Vogel, 1985), y en la región se llama "tekoltlalli" en lengua náhuatl. Lo anterior coincide con prácticas en diversas regiones de México, donde el carbón se produce en hornos rudimentarios tipo campana (FAO, 2017; Heya et al., 2014). En Zongolica y en otras zonas del país, el tiempo necesario para completar todo el proceso de producción varía según el tamaño del horno, el diámetro de los árboles, las condiciones climáticas y el número de trabajadores (Camou-Guerrero et al., 2014; Eniola y Odebode, 2018).

Percepciones sobre la producción de carbón vegetal

La percepción que tienen las personas sobre el mundo vegetal puede comprenderse tanto en relación con especies específicas como en términos de procesos y formas de organización ecológica. El reconocimiento y la clasificación de aspectos ambientales constituyen una parte fundamental del conocimiento biológico de los grupos indígenas en México (Eniola & Odebode, 2018).

En cuanto a la producción de carbón vegetal, existen percepciones heterogéneas sobre el futuro de esta actividad; por un lado, algunos campesinos ven oportunidades en la adopción de prácticas más sostenibles y en la posibilidad de acceder a mercados más justos. Por ejemplo, en Zongolica, los entrevistados mencionaron que la producción ha disminuido debido a diversos factores, como la escasez de árboles adecuados para la labor. También se ha documentado que los campesinos son conscientes de los efectos ambientales asociados a la producción de carbón, especialmente en

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

relación con la deforestación y la degradación de los recursos forestales (Camou-Guerrero et al., 2014). La actividad se realiza de manera artesanal, empleando técnicas que no siempre son sostenibles, lo que contribuye a la pérdida de biodiversidad y a la degradación del suelo (Vega-Ortega et al., 2021). Sin embargo, algunos campesinos también ven en la producción de carbón una forma de aprovechar recursos locales y de generar ingresos, situación que genera una tensión entre la necesidad económica y la conservación del medio ambiente (Heya et al., 2014).

Las familias de la sierra de Zongolica se encuentran en constante adaptación a las nuevas condiciones sociales, políticas y culturales. Las tendencias recientes muestran que se está produciendo una sustitución de los encinos por plantaciones de pino de rápido crecimiento (López Binnquist et al., 2020), junto con un incremento en la demanda de carbón por los mercados externos a la sierra, dinámicas que pueden impactar el manejo de estas especies, promoviendo una nueva conformación del componente forestal en las parcelas, reduciendo su diversidad biológica y genética (Vega-Ortega et al., 2021). En este contexto es necesario profundizar en la dinámica de consumo de carbón vegetal fuera de la sierra, identificando los canales y la red de comercialización existente en ciudades cercanas y estados vecinos, para determinar el impacto que esta demanda puede tener sobre la dinámica productiva del sistema agroforestal tradicional de Zongolica.

Los informantes en Zongolica han mencionado que el uso de herramientas y la apertura de caminos han incrementado la producción de carbón, pero también han facilitado la sobreexplotación de los árboles destinados a esta actividad. Esto genera una reducción en el costo del producto, favoreciendo el acaparamiento por parte de los intermediarios. Esta característica ha sido ampliamente documentada en diversos estudios, donde se señala que el uso de herramientas tecnificadas puede mejorar la calidad del carbón vegetal producido (Bailis et al., 2015; Sieber & Allen, 2016). Además, la construcción de caminos facilita el acceso a áreas forestales, disminuyendo el tiempo y los costos asociados al transporte de la materia prima. Un acceso mejorado permite a los productores recolectar madera de manera más eficiente, lo que puede aumentar la disponibilidad de leña para la producción de carbón vegetal (Coffin et al., 2021; Keshkamat et al., 2012), especialmente en regiones donde la leña se encuentra dispersa o en áreas de difícil acceso. La apertura de caminos puede reducir los costos de transporte, mejorando así la rentabilidad de la producción (Keshkamat et al., 2012; Sieber & Allen, 2016). Al disminuir la distancia recorrida para transportar la leña hasta los hornos, se minimizan los gastos operativos relacionados con el transporte de la materia prima (Coffin et al., 2021). No obstante, la construcción

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

de caminos en áreas forestales también puede contribuir a la deforestación y a la fragmentación del hábitat, afectando la biodiversidad y la salud de los ecosistemas locales (Coffin et al., 2021; Keshkamat et al., 2012). Por ello, es fundamental que la apertura de caminos se realice de manera planificada y sostenible, considerando los impactos ambientales asociados (Bailis et al., 2015; Sieber & Allen, 2016).

Conclusiones

Identificamos diferentes actores involucrados en el proceso de elaboración de carbón vegetal: los dueños, los carboneros y los comerciantes. La mayoría de los productores son varones mayores de 50 años, quienes adquirieron el conocimiento sobre la producción de carbón vegetal a través de diversos familiares, como padres, abuelos, tíos o hermanos. Además, son precisamente los carboneros quienes modelan el paisaje forestal de la región, ya que manejan sitios o terrenos durante largos períodos, configurando la vegetación de acuerdo con sus objetivos.

El proceso de elaboración del carbón vegetal implica una serie de etapas sucesivas destinadas a generar ingresos a través de la venta del producto. Las especies de árboles preferidas por los carboneros en la sierra de Zongolica para la producción de carbón pertenecen a los géneros *Quercus* y *Alnus*, debido a su importancia en la vida cotidiana por los diversos usos que les atribuyen. Finalmente, según la percepción de los propios carboneros, existe una tendencia clara hacia la disminución de la producción de carbón vegetal en la región. En particular, señalan que esto se debe a la escasez de árboles disponibles para trabajar, resultado de la sobreexplotación, lo cual los ha llevado a dedicarse a otras actividades económicas, como la fabricación de muebles rústicos de madera de pino.

Referencias

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Aguilar-Romero, R., García-Oliva, F., Pineda-García, F., Torres, I., Peña-Vega, E., Ghilardi, A., & Oyama, K. (2016). Patterns of distribution of nine *Quercus* species along an environmental gradient in a fragmented landscape in central Mexico. *Botanical Sciences*, 94(3), 471-482. https://doi.org/10.17129/botsci.620.

Ander-Egg, E. (2003). Métodos y técnicas de investigación social IV. Técnicas para la recogida de datos. Edit. LUMEN/HVMANITAS. Argentina. 116p.

Araujo, P. A. (2019). Producción del carbón vegetal en sistemas campesinos de Santiago del Estero. Una aproximación desde el enfoque de cadena de valor. *Nexo agropecuario*, 7(1), 8-8. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/25219.

Arizaga, S., Cruz, J. M., Cabrales, M. S., & González, M. Á. B. (2009). Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Instituto Nacional de Ecología (1a Ed.). México, DF.: INE-SEMARNAT. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=Ag7IXoQ8L9cC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Manual+de+la+biodiversidad+de+encinos+michoacanos&ots=nUmQOqPB2E&sig=xvkChBoIsyv92x0ExLghiF-srHI&redir_esc=y#v=onepage&q=Manual%20de%20la%20biodiversidad%20de%20encinos%20michoacanos&f=false.

Bailis, R., Drigo, R., Ghilardi, A., & Masera, O. (2015). The carbon footprint of traditional woodfuels. *Nature Climate Change*, 5(3), 266-272. https://doi.org/10.1038/nclimate2491.

Bainbridge, D. A. (1986). *Quercus*, a multi-purpose tree for temperate climates. *International Tree Crops Journal*, 3(4), 291-298. https://doi.org/10.1080/01435698.1986.9752800.

Borgatti, S. P., M. G. Everett, & Freeman, L. C. (2002). UCI-NET 6 for Windows: Software for Social Network Analysis (V.6.29). Harvard Analytic Technologies. 47p.

Butler, S. M., Butler, B. J., & Markowski-Lindsay, M. (2017). Family forest owner characteristics shaped by life cycle, cohort, and period effects. *Small-Scale Forestry*, 16, 1-18. https://doi.org/10.1007/s11842-016-9333-2.

Byron, N. (2001). Keys to smallholder forestry. *Forests, Trees and Livelihoods*, 11(4), 279-294. https://doi.org/10.1080/14728028.2001.9752396.

Camou-Guerrero, A., Ghilardi, A., Mwampamba, T., Serrano, M., Avila, T. O., Vega, E., ... &

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Masera, O. (2016). Análisis de la producción de carbón vegetal en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México: implicaciones para una producción sustentable. *Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública*, 6(2). https://www.researchgate.net/profile/Adrian-Ghilardi/publication/304778080_Analisis_de_la_produccion_de_carbon_vegetal_en_la_Cuenca_del_Lago_de_Cuitzeo_Michoacan_Mexico_implicaciones_para_una_produccion_sustentable/links/577a526b08aece6c20fbc7f0/Analisis-de-la-produccion-de-carbon-vegetal-en-la-Cuenca-del-Lago-de-Cuitzeo-Michoacan-Mexico-implicaciones-para-una-produccion-sustentable.pdf.

Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. Capital natural de México, 1, 87-108.

Coffin, A. W., Ouren, D. S., Bettez, N. D., Borda-de-Água, L., Daniels, A. E., Grilo, C., ... & Rauschert, E. (2021). The ecology of rural roads: Effects, management, and research. *Biological, Geological, and Environmental Faculty Publications*. 251, 1-38. https://engagedscholarship.csuohio.edu/scibges_facpub/251.

Del Tredici, P., 2001. Sprouting in temperate trees: A morphological and ecological review. *Botanical Review*, 67(2), pp.121–140. https://doi.org/10.1007/BF02858075.

Del Val, J., Rodríguez, N., Rubio, M., Sánchez-García, C., & Zolla, C. (2008). Los pueblos indígenas y los indicadores de bienestar y desarrollo "Pacto del Pedregal". Informe preliminar. Documento de trabajo. VII sesión del Fondo Permanente para las Cuestiones Indígenas. Organización para las Naciones Unidas. México D.F. 185p.

Eniola, P. O., & Odebode, S. O. (2018). Rural dwellers' perception of effect of charcoal production on the environment in Guinea savannah zone of Nigeria. *Journal of Scientific Research & Reports*, 19(1), 1-12. https://doi.org/10.9734/JSRR/2018/39422.

FAO. (2017). The Charcoal Transition. Greening the charcoal value chain to mitigate climate change and improve local livelihoods. (J. Van Dam, Ed.). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pp. 184. Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i6935e.pdf.

Flick, U. (2015). El diseño de la investigación cualitativa (Vol. 1). Ediciones Morata. Madrid. Pp.200.

Girard, P. (2023). From family to markets. How institutional determinants of rural youth transitions have changed in Senegal and Zambia over time. *Journal of Rural Studies*, 101, 103040. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103040.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Gual-Díaz, M. G., Correa, A. R., & Méndez, R. M. (2020). Especies vegetales con uso combustible por comunidades rurales mexicanas. *Revista Etnobiología*. Vol, 18(3), 113-135.

Häyrinen, L., Mattila, O., Berghäll, S., & Toppinen, A. (2015). Forest owners' socio-demographic characteristics as predictors of customer value: evidence from Finland. *Small-Scale Forestry*, 14, 19-37. https://doi.org/10.1007/s11842-014-9271-9.

Heya, M. N., Maiti, R., Pournavab, R. F., Carrillo-Parra, A., Heya, M. N., Pournavab, R. F., ... & Salas Cruz, L. R. (2017). Timber-yielding plants of the Tamaulipan thorn scrub: Forest, fodder, and bioenergy potential. *Biology, productivity and bioenergy of timber-yielding plants: an experimental technology*, 1-119. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61798-5_1.

INEGI. (2007). Atlas agropecuario de México: Censo agropecuario 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D. F. 50p.

Keshkamat, S. S., Tsendbazar, N. E., Zuidgeest, M. H. P., van der Veen, A., & de Leeuw, J. (2012). The environmental impact of not having paved roads in arid regions: An example from Mongolia. *Ambio*, 41, 202-205. https://doi.org/10.1007/s13280-011-0155-3.

Levasseur, V., & Olivier, A. (2000). The farming system and traditional agroforestry systems in the Maya community of San Jose, Belize. *Agroforestry systems*, 49(3), 275-288. https://doi.org/10.1023/A:1006327403980.

Long, A. J., & Nair, P. R. (1999). Trees outside forests: agro-community, and urban forestry. *New Forest*, 17, 145-174. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2689-4_12.

López Binnqüist, C., Gerez-Fernández, P., Vega-Ortega, M. A., Martínez- Barrientos, C. C., & Cerdan-Cabrera, R. (2020). Manejo de sistemas agroforestales con dendroenergía en la Sierra de Zongolica, Veracruz. In A.I. Moreno-Calles M.L. Soto-Pinto M.M. Cariño-Olvera J. M. Palma-García S. Moctezuma-Pérez J.J. Rosales-Adame & P.I. Montañez-Escalante V.J. Sosa-Fernández & M.R. Ruenes-Morales, et al. (Eds.), Los sistemas agroforestales de México. Avances, experiencias, acciones y temas emergentes. Red Temática de Sistemas Agroforestales de México, Morelia, México: UNAM, CONACYT, INECOL, ECOSUR. http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/3381.

Masera, O., Coralli, F., García, C., Riegelhaupt, E., Arias, T., Vega, J., ... & Cecotti, L. (2011). La bioenergía en México. Situación actual y perspectivas. Red Mexicana de Bioenergía, AC. México, 44p.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Medina-Chena, A., Salazar Chimal, T. E., & Álvarez Palacios, J. L. (2010). Fisiografía y suelos. Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver. 15p.

Moreno-Calles, A. I., Luna, V. J. G., Fernández, A. C., Toledo, V. M., Ramos, M. V., Fita, D. S., & Guerrero, A. C. (2014). Etnoagroforestería: El estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*, 12(3), 1-16. https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/167.

Mwampamba, T., Ghilardi, A., Sander, K., & Chaix, K. (2013). Dispelling common misconceptions to improve attitudes and policy outlook on charcoal in developing countries. *Energy for Sustainable Development*, 17(2), 75–85. https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.01.001.

Nabukalu, C., & Gieré, R. (2019). Charcoal as an energy resource: Global trade, production and socioeconomic practices observed in Uganda. *Resources*, 8(4), 183. https://doi.org/10.3390/resources8040183.

Naeher, L. P., Brauer, M., Lipsett, M., Zelikoff, J. T., Simpson, C. D., Koenig, J. Q., & Smith, K. R. (2007). Woodsmoke health effects: a review. *Inhalation Toxicology*, 19(1), 67-106. https://doi.org/10.1080/08958370600985875.

Palacios Rodríguez, O. A. (2021). La teoría fundamentada: origen, supuestos y perspectivas. *Intersticios Sociales*, (22), 47-70. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-49642021000200047&script=sci_arttext.

Pérez-Olvera, C. de la P., Dávalos Sotelo, R., & Guerrero Cuaculi, E. (2000). Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques*, 6(1), 3–13. https://doi.org/10.21829/myb.2000.611338.

Rai, Y. K., Chettri, N., & Sharma, E. (2002). Fuel wood value index of woody tree species from Mamlay watershed in South Sikkim, India. *Forests, Trees and Livelihoods*, 12(3), 209-219. https://doi.org/10.1080/14728028.2002.9752425.

Rodríguez-López, M. T. (2000). Ritual, identidad y procesos étnicos entre los nahuas de la Sierra de Zongolica, Veracruz (Doctoral dissertation, Tesis de Doctorado en Ciencias Antropológicas), México, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México. 270p.

Rodríguez-Sabiote, C. (2003). Nociones y destrezas básicas sobre el análisis de datos cualitativos. El proceso de Investigación en educación, algunos elementos claves. República Dominicana. Pp. 10-11. http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1037.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

Shukla, R., Agarwal, A., Gornott, C., Sachdeva, K., & Joshi, P. K. (2019). Farmer typology to understand differentiated climate change adaptation in Himalaya. *Scientific Reports*, 9(1), 20375. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56931-9.

Sieber, N., & Allen, H. (2016). Impacts of rural roads on poverty and equity. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*, 86, 23-40.

SPSS, I. I. B. M. (2019). IBM SPSS statistics for Windows, version 25.0. New York: IBM Corp. Pp. 440.

Stajic, B., Zlatanov, T., Velichkov, I., Dubravac, T. & Trajkov, P. (2009). Past and recent coppice forest management in some regions of Southeastern Europe. *Silva Balcanica*, 10(1), 9-19. https://www.researchgate.net/profile/Branko-Stajic/publication/266850794_Past_and_recent_coppice_forest_management_in_some_regions_of_South_Eastern_Europe/links/543d10c80cf2c432f74246a3/Past-and-recent-coppice-forest-management-in-some-regions-of-South-Eastern-Europe.pdf.

Starke, A. P., Geldenhuys, C. J., O'Connor, T. G., & Everson, C. S. (2020). Forest and woodland expansion into forestry plantations informs screening for native agroforestry species, Maputaland South Africa. *Forests, Trees and Livelihoods*, 29(1), 1-15. https://doi.org/10.1080/14728028.2019.1670740.

Trossero, M. A. (2002). Dendroenergía: perspectivas de futuro. *Unasylva*, 53(211), 3-12.

Vega-Ortega, M. Á., Llanderal-Mendoza, J., Gerez-Fernández, P., & López Binnqüist, C. (2021). Genetic diversity in oak populations under intensive management for fuelwood in the Sierra de Zongolica, Mexico. *Annals of Applied Biology*, *178*(1), 80-97. https://doi.org/10.1111/aab.12639.

Vega-Ortega, M. Á., Gerez-Fernández, P., López Binnqüist, C., Sierra- Huelsz, J. A. & o Gallardo-Yobal, S. I. (2021). Manejo por rebrote para carbón vegetal en parcelas agroforestales de la sierra de Zongolica, México: estructura y composición arbórea. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 28 (54), 1-23. http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.5861.

Wolf, F., & Vogel, E. (1985). Manual para la producción de carbón vegetal con métodos simples. Reporte Científico No. 2. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Monterrey, Nuevo León. 19p. https://cd.dgb.uanl.mx/bitstream/handle/201504211/7162/19347.pdf?sequence=1.

Zulu, L. C., & Richardson, R. B. (2013). Charcoal, livelihoods, and poverty reduction: Evidence

PUBLICACIÓN EN AVANZADA

from sub-Saharan Africa. *Energy for Sustainable Development*, 17(2), 127–137. https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.07.007.

PUBLICACIÓN EN AVANZADA